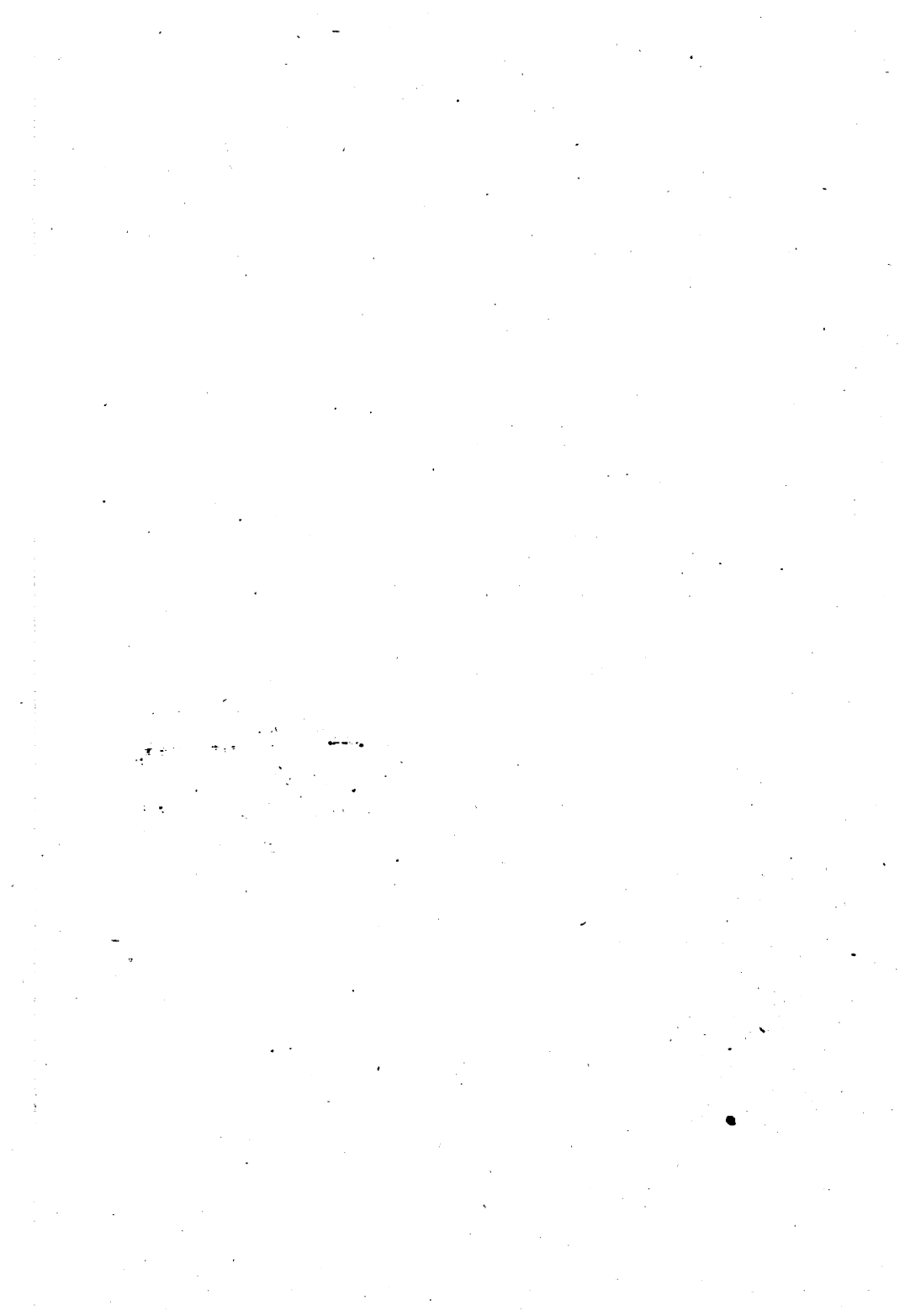


UB Braunschweig

84



2233-167-6



Grundriss der Botanik

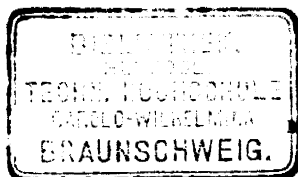
zum Gebrauch

bei seinen Vorlesungen

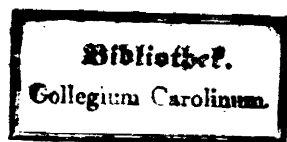
VON

M. J. Schleiden, Dr.

Ausserordentlichem Professor zu Jena.



Mit 16 Holzschnitten.



Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1846.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung §. 1—4	1
Erstes Buch.	
<i>Botanische Stofflehre.</i>	
Erstes Capitel.	
Von den unorganischen Bestandtheilen §. 5—7	4
Zweites Capitel.	
<i>Von den organischen Bestandtheilen.</i>	
Erster Abschnitt.	
Von den assimilirten Stoffen im engern Sinne §. 8—11	5
Zweiter Abschnitt.	
Von den übrigen unter dem Einflusse der Vegetation entstandenen organischen Stoffen §. 12—13	6
Zweites Buch.	
<i>Die Lehre von der Pflanzenzelle.</i>	
Erstes Capitel.	
<i>Formenlehre der Pflanzenzelle.</i>	
Erster Abschnitt.	
Die einzelne Zelle für sich betrachtet §. 14—21	7
Zweiter Abschnitt.	
Von den Zellen im Zusammenhang und den durch dieselben gebildeten Räumen §. 22—29	10
Zweites Capitel.	
<i>Das Leben der Pflanzenzellen.</i>	
Erster Abschnitt.	
Die einzelne Zelle für sich §. 30—49	17
Zweiter Abschnitt.	
Leben der Zelle im Zusammenhange mit andern §. 50—64	24

Drittes Buch.*Morphologie.*

§. 65	28
-----------------	----

Erstes Capitel.*Allgemeine Morphologie.*

§. 66 — 77	—
----------------------	---

Zweites Capitel.*Specielle Morphologie.*

§. 78	37
-----------------	----

Erster Abschnitt.

Angiosporen §. 79	38
I. Algen §. 80 — 82	39
II. Pilze §. 83 — 85	41
III. Flechten §. 86 — 89	43

Anhang.

Characeen §. 90 — 92	46
--------------------------------	----

Zweiter Abschnitt.

Gymnosporen §. 93 — 95	48
A. Geschlechtslose Pflanzen §. 96	49
a. Wurzellose	
IV. Lebermoose §. 97 — 99	50
V. Laubmoose §. 100 — 103	53
b. Bewurzelte	
VI. Lycopodiaceen §. 104 — 106	58
VII. Farnkräuter §. 107 — 109	60
VIII. Schachtelhalme §. 110 — 111	64
B. Geschlechtspflanzen §. 113 — 114	66
a. Athalamicae §. 115	67
IX. Rhizocarpeen §. 116 — 118	68
b. Thalamicae §. 119	72
X. und XI. Monokotyledonen und Dikotyledonen §. 120 — 122	73
A. Wurzelorgane.	
a. Aechte Wurzel §. 123	76
b. Nebenwurzel §. 124 — 125	77
B. Axenorgane.	
a. Von der Hauptaxe oder der Axe der einfachen Pflanze §. 126	78
b. Richtungsverschiedenheiten §. 127	80
c. Von den Nebenaxen §. 128	82
d. Von der Structur der Axengebilde §. 129	83
e. Uebersicht der Axengebilde und Terminologie §. 130	87
C. Blattorgane.	
a. Blattorgane im Allgemeinen §. 131	91
b. Structurverhältnisse der Blattorgane §. 132	98
c. Vollständige Uebersicht der Blattorgane §. 133	100
D. Knospenorgane.	
a. Knospen im Allgemeinen §. 134	102
b. Structurverhältnisse der Knospe §. 135	105
c. Von den besondern Formen der Knospen §. 136	106

	Seite
E. Von den Blüten.	
§. 137 — 138	109
I. Vom Blütenstand §. 139 — 143	110
II. Von den Blüthentheilen zur Zeit des Blühens §. 144 — 145	116
A. Von den Axenorganen der Blüthe §. 146	119
B. Zahl, Stellungsverhältnisse und Dauer der Blüthentheile §. 147	121
C. Von den reinen Blattoorganen der Blüthe.	
a. Von den Blüthendecken §. 148 — 153	126
b. Von den Staubfäden §. 154 — 155	133
c. Von den accessorischen Blattoorganen der Blüthe §. 156	142
D. Die Fruchtanlage §. 157	144
a. Vom Stempel §. 158 — 159	—
b. Vom Samenträger §. 160	149
c. Von der Samenknoſpe §. 161 — 162	153
III. Von der Umbildung u. Entwicklung der Blüthentheile zur Frucht	
§. 163	156
A. Von der Ortsveränderung und Entwicklung des Blütenstaubes bis zum	
Keimkügelchen §. 164 — 165	157
B. Von der Entwicklung des Keimkügelchens zum Keim §. 166 — 169	158
C. Ausbildung des Fruchtknotens und der Samenknoſpe zu Frucht und	
Samen §. 170 — 174	161
D. Erscheinungen an den übrigen Blüthentheilen während der Ausbildung	
von Frucht und Samen §. 175	167
IV. Von der Frucht und dem Samen §. 176 — 177	168
1) Von den einzelnen Theilen der Frucht §. 178 — 180	170
2) Von den accessorischen Organen an der Frucht §. 181	177
3) Aufzählung der verschiedenen Fruchtformen §. 182	—

Viertes Buch.

Organologie.

§. 183 — 184	180
------------------------	-----

Erstes Capitel.

Allgemeine Organologie.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Erscheinungen im Leben der ganzen Pflanze.

A. Das Leben der ganzen Pflanze §. 185	182
B. Das Keimen §. 186	183
C. Das Wachsen §. 187 — 188	185
D. Der Ernährungsprocess §. 189	186
I. Nahrungsmittel im Allgemeinen §. 190 — 193	187
II. Aufnahme der Nahrungsstoffe und Ausscheidungen §. 194 — 200	189
III. Assimilation der Nahrungsstoffe §. 201	195
IV. Aeußere Bedingungen der Nahrungsaufnahme und Assimilation	
§. 202 — 203	196
V. Bewegung der Säfte durch die Pflanze §. 204	—
E. Fortpflanzung der Gewächse §. 205 — 209	198
F. Tod der ganzen Pflanze §. 210	203

Zweiter Abschnitt.

Seite

Specielle Erscheinungen im Leben der ganzen Pflanze.

A. Wärmeentwicklung §. 211	204
B. Lichtentwicklung §. 212	205
C. Bewegungen der Pflanzentheile §. 213—216	—

Zweites Capitel.*Specielle Organologie.*

§. 217	210
A. Vegetationsorgane	—
a. Angiosporen §. 218	—
b. Gymnosporen §. 219—221	211
B. Fortpflanzungsorgane	—
a. Kryptogamen §. 222	213
b. Phanerogamen §. 223—224	214

Druckfehler.

Seite 142 lies c statt C.

E i n l e i t u n g.

Die Botanik als inductive Wissenschaft soll uns Anleitung geben, die gesammte Pflanzenwelt in ihrem Formenreichtum und ihrer Gesetzmässigkeit kennen zu lernen. Als Erfahrungswissenschaft steht sie noch auf einer sehr niedrigen Stufe der Ausbildung und enthält nur noch einen sehr geringen Umfang wirklich begründeter Erfahrungen, wenige Andeutungen von Naturgesetzen und gar keine constitutiven Principien und höchste Begriffe, aus denen sie sich entwickeln könnte. Diese sollen vielmehr grade erst gefunden werden und selbst die Beantwortung der Frage: „was ist eine Pflanze im Allgemeinen“, ist noch Aufgabe der Botanik. Sie muss daher mit ihren Untersuchungen von ohnzweifelhaften Pflanzen ausgehen und sich sehr vorsichtig ausbreiten und zwar ausschliesslich auf streng inductivem Wege.

§. 1.

Die Botanik ist ein Zweig der einen und ganzen Naturwissenschaft. Sie setzt daher einen Theil derselben (den Allgemeineren) schon voraus, Physik und Chemie. Diese erscheinen daher als unerlässliche Vorkenntnisse. Die Botanik ist aber auch zweitens Wissenschaft, also höchstes Product der menschlichen Erkenntnissthätigkeit. Diese kann aber falsch geleitet irren und auf Abwege gerathen. Wollen wir Wahrheit finden, so müssen wir die Gesetze, nach denen die Erkenntnisskraft wirken soll, genau kennen. Botanik setzt daher philosophische Bildung, d. h. die Schleiden's Grundriss.

Kenntniss einer auf empirische Psychologie gegründeten Theorie der erkennenden Vernunft, mit einem Wort kritische oder kantisch-friesische Philosophie voraus.

§. 2.

Das Object der Botanik sind wirkliche Gegenstände, Naturkörper; diese soll sie allseitig erforschen und dazu sind gar manche Hülfsmittel nöthig, da selbst die dem unbewaffneten Auge unsichtbaren Theile genau erkannt werden müssen.

Wer etwas Tüchtiges in der Botanik lernen will, für den sind folgende Instrumente ganz unerlässlich nöthig.

1. Ein brauchbares Mikroskop *).
2. Eine gute Lupe **).
3. Scheere, Messer, Nadel und Zange ***).
4. Einige Reagentien, wie Iodine in Wasser und Alkohol gelöst, Aetzkali, Schwefelsäure, Salpetersäure, Alkohol. Aether u. s. w.

§. 3.

In der Stellung zu andern Disciplinen hat die Botanik folgende Aufgaben:

1. Für die Chemie wird bei der Pflanze, als dem einfachsten Falle, die Frage gelöst werden müssen: wie entstehen aus unorganischen Stoffen organische Verbindungen.
2. Für die Physiologie giebt sie die ein-

*) Herr *D. Körner* in Jena verfertigt nach meiner Angabe Mikroskope, die in vier Doppellinsen schöne klare Vergrößerungen von 15—120mal im Durchmesser gewähren, für 17 Thlr. Pr. Ct. Diese reichen überall aus, wenn man nicht bedeutende neue Entdeckungen über die Elementarstruktur der Pflanzen machen will. Um sich von allen wichtigen Thatsachen der Anatomie und Morphologie zu überzeugen sind sie völlig genügend, sind bequem um darunter zu präpariren und zugleich für entomologische Untersuchungen sehr geeignet.

**) Am besten nach *Wilson'scher* Einrichtung. Auch diese sind vorrätbig bei *D. Körner* zu 1 Thlr. das Stück.

***). Zweckmässige Bestecke in Futteral nach meiner Angabe finden sich bei Herrn Instrumentm. *Besemann* in Jena à 2 Thlr.

fachsten und allgemeinsten Grundlagen. Unerlässlich ist daher ihr Studium für den Chemiker und den Physiologen. In technischer Anwendung dient sie 1. dem Ackerbau, indem sie die Lebensbedingungen der Pflanzen kennen lehrt, 2. der Pharmacie, indem sie die Kenntniss der officinellen Pflanzen vermittelt und ganz besonders in genauerer Kenntniss und Beachtung der Structurverhältnisse die sichersten und oft ausschliesslichen Merkmale für die Unterscheidung der dem Pflanzenreich entlehnten Drogen an die Hand giebt.

In allen diesen Fällen ist es die physiologische Auffassung der Botanik, die allein von wahrhaftem Nutzen ist. Die systematische Kenntniss vieler einzelner Pflanzen ist ausschliesslich für den Botaniker von Wichtigkeit, für jeden andern je nach den Umständen ein Zeitvertreib oder eine Zeitvergeudung *).

§. 4.

Der gesammte bis jetzt gewonnene Gehalt der Wissenschaft vertheilt sich für die Uebersichtlichkeit und Leichtigkeit der Auffassung am zweckmässigsten nach folgendem Schema :

1. Vegetabilische Stofflehre.
2. Lehre von der Pflanzenzelle.
3. Morphologie oder Lehre von den Pflanzenformen und ihren Organen.
4. Organologie oder Lehre von dem Leben der ganzen Pflanze und ihrer Organe.

*) Leider aber wird in dem Examen der Mediciner und Pharmaceuten unter vielem Unnützen auch noch die systematische Kenntniss vieler Pflanzen vom Candidaten gefordert, mit vielem andern Wichtigen auch die physiologische Botanik völlig unbeachtet gelassen.

Erstes Buch.

Botanische Stofflehre.

Erstes Capitel.

Von den anorganischen Bestandtheilen.

§. 5.

Die in den Pflanzen bis jetzt aufgefundenen chemischen Elemente sind folgende:

1) Kohlenstoff (*C.*); 2) Wasserstoff (*H.*); 3) Sauerstoff (*O.*); 4) Stickstoff (*N.*); 5) Chlorine (*Cl.*); 6) Iodine (*I.*); 7) Brom (*Br.*); 8) Schwefel (*S.*); 9) Phosphor (*P.*); 10) *Silicium* (*Si.*); 11) *Kalium* (*K.*); 12) *Natrium* (*Na.*); 13) *Calcium* (*Ca.*); 14) *Magnium* (*Mg.*); 15) *Aluminium* (*Al.*); 16) *Ferrum* (*Fe.*); 17) *Manganium* (*Mn.*); 18) *Cuprum* (*Cu.*).

§. 6.

Die genannten Elemente bilden unter einander binäre Verbindungen, von denen folgende für die Pflanzen die wichtigsten sind:

a) Sauerstoffverbindungen, vor allem Wasser (Aq , HO oder \dot{H}) und Kohlensäure (CO^2 oder \ddot{C}), dann Oxalsäure (\bar{O} oder \ddot{C}), die andern Sauerstoffsäuren, endlich die Oxyde der genannten Metalle.

b) Wasserstoffverbindungen, besonders Ammoniak (NH^3 , oder NH^3), dann die Chlor-, Iod- und Bromwasserstoffsäuren.

§. 7.

Die im vorigen Paragraphen erwähnten Säuren und Oxyde treten zu Salzen zusammen, von denen sehr viele in den Pflanzen gefunden

werden, theils in den Säften aufgelöst, theils auskrystallisirt. Die wichtigsten sind die Alkalien mit Pflanzensäuren, Chlor, Brom und Iod verbunden, vielleicht mit Schwefelsäure und Phosphorsäure, ob mit Kohlensäure, ist wenigstens höchst zweifelhaft, ferner die Erden mit Pflanzensäuren, besonders Oxalsäure, mit Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, endlich die Metalle, meist wohl nur in (noch unbestimmten) Verbindungen. Die meisten Salze finden sich in den lebhafter vegetirenden grünen Theilen, Blättern u. s. w., weniger im Holze (*Saussure*). Eine bestimmte Quantität dieser Salze scheint für das Leben der Pflanze unentbehrlich. Ammoniaksalze aus der Atmosphäre und dem Boden scheinen die Hauptquelle für den Stickstoffgehalt der Pflanzen zu seyn.

Zweites Capitel.

Von den organischen Bestandtheilen.

Erster Abschnitt.

Von den assimilirten Stoffen im engeren Sinne.

§. 8.

Die vier Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff treten noch zu vielen sogenannten organischen oder vegetabilischen Bestandtheilen zusammen, die aber offenbar für das Leben der Pflanze in seiner einfachsten Form einen sehr verschiedenen Werth haben. Zunächst finden wir eine Reihe von Stoffen, die für die Entstehung und Ausbildung der einzelnen Zelle unerlässlich nöthig erscheinen, diese nenne ich insbesondere assimilirte Stoffe.

§. 9.

Einige von diesen sind die Stoffe, aus denen die Zellenmembran selbst besteht, oder die der Bildung derselben nothwendig vorhergehen und nur C H O enthalten. Ich nenne hier 1) den Zellstoff; 2) das Amyloid; 3) die Pflanzengallerte; 4) Stärkemehl; 5) Gummi; 6) Zucker; 7) Inulin; 8) fette Oele.

§. 10.

Andere Stoffe treten zwar weder selbst als Zellenwände auf, noch bildet sich aus ihnen der Stoff der Zellenwände, gleichwohl ist ihre Gegenwart auch für den einfachsten Vegetationsprocess nothwendig. Sie bestehen aus C, H, O und N, zuweilen mit etwas P und S. Ich nenne sie mit einem Collectivnamen Schleim, die Chemiker geben ihnen verschiedene Namen, z. B. Eiweissstoff, Kleber, Gliadin, Zymom, Leim, Diastase, *Gluten vegetabile*, Legumin etc.

§. 11.

Die in §. 9. angeführten Stoffe gehen unendlich leicht in einander über und scheint dazu die Gegenwart des Schleims in der Pflanzenzelle erforderlich. Stufenweis scheinen sie alle Formen zu durchlaufen vom löslichsten, dem Zucker, bis zum unlöslichsten, dem Membranenstoff.

Zweiter Abschnitt.

Von den übrigen unter dem Einfluss der Vegetation entstandenen organischen Stoffen.

§. 12.

Von den unzähligen in den Pflanzen vorkommenden Bestandtheilen sind einige zu erwähnen, die eine sehr allgemeine Verbreitung haben und in einer näheren Beziehung zum allgemeinen Vegetationsprocess zu stehen scheinen; dahin rechne ich 1) das Chlorophyll oder Blattgrün; 2) die andern, die Farben der Pflanzen bestimmenden Stoffe; 3) die Aepfel-, Citronen- und Weinsteinsäure; 4) die Alkaloide; 5) den Gerbstoff; 6) das Viscin und Kaoutschouk; 7) Humus.

§. 13.

Ausser den im vorigen Paragraphen betrachteten finden sich noch eine zahllose Menge von Stoffen in den Pflanzen, die vielleicht zum geringsten Theile bis jetzt bekannt sind und auf das Leben der Pflanze im Allgemeinen von sehr geringem Einfluss zu seyn scheinen. Hierher gehören gewisse von den Chemikern gemachte Classen von Stoffen, z. B. die Pflanzenalkaloide, die meisten Pflanzensäuren, die Harze, ätherischen

Oele, Farbstoffe u. s. w. Viele muss man gradezu als Secretionsstoffe ansehen. Alle aufzuzählen wäre hier nicht am Ort. Man vergleiche darüber chemische Handbücher.

Zweites Buch.

Die Lehre von der Pflanzenzelle.

Erstes Capitel.

Formenlehre der Pflanzenzelle.

Erster Abschnitt.

Die einzelne Zelle für sich betrachtet.

§. 14.

Nur in einer Flüssigkeit, die Zucker, Dextrin und Schleim enthält (*Cytoblastema*), können sich Zellen bilden. Es geschieht auf zweierlei Art. I. Die Schleimtheile ziehen sich zu einem mehr oder weniger runden Körper, Zellenkern (*Cytoblastus*) zusammen, und verwandeln an ihrer ganzen Oberfläche einen Theil der Flüssigkeit in Gallerte, einen relativ unlöslichen Stoff; so entsteht eine geschlossene Gallertblase, in diese dringt die äussere Flüssigkeit ein und dehnt sie aus, so dass jener Schleimkörper auf einer Seite frei wird, an der andern der innern Wandung ankleben bleibt; er bildet dann eine neue Schicht an seiner freien Seite und wird so in eine Duplicatur der Wandung eingeschlossen, oder er bleibt frei und wird dann meist aufgelöst und verschwindet. Während der allmähigen Ausdehnung der Blase wird dann in der Regel die Gallerte der Wandung in Zellstoff verwandelt und die Bildung der Zelle (*Cellula*) ist vollendet. II. Der gesammte Inhalt einer Zelle theilt sich in zwei oder mehr Theile, und um jeden bildet sich sogleich eine zarte Gallertmembran, so sind mehrere Zellen fertig, die dann aber die Zelle, in der sie entstanden, von vorn herein genau ausfüllen.

§. 15.

Die frei sich selbst überlassene Pflanzenzelle bildet sich regelmässig kugelförmig aus. Ihre spätern Formen hängen höchst wahrscheinlich von ungleicher Ernährung der einzelnen Theile ihrer Wand und daraus entstehender ungleichen Ausdehnung ab. Man kann hier unterscheiden :

A) Allseitige, oder doch ziemlich allseitige Ernährung. Hierdurch entstehen kugelige oder elliptische Zellen, oder wenn sie sich durch gegenseitigen Druck abplatteten, polyedrische Zellen, bei regelmässiger Anordnung dodekaedrische. Ist die allseitige Ausdehnung ungleichförmig, so entwickeln sich einzelne nach allen Seiten in Strahlen auswachsende Protuberanzen, es entstehen morgensternförmige Zellen.

B) Ernährung in den Dimensionen der Fläche. Dadurch entstehen tafelförmige Zellen, oder wenn die Ernährung in der dritten Dimension von einer Seite hinzukommt, planconvexe Zellen; wenn aber die Ernährung in einer Richtung der Fläche gegen die andere überwiegt, lange, schmale, tafelförmige Zellen, man könnte sie bandförmige nennen. Bei ungleichförmiger Ausdehnung bilden sich strahlige oder sternförmige Zellen.

C) Ernährung nur in einer Richtung, also Ausdehnung in die Länge. Hier bilden sich langgestreckte Zellen vom Cylindrischen oder Prismatischen bis zum Fadenförmigen.

Anhang. Die mit einer eignen Membran versehenen Gefässe des Milchsafts sind noch nicht mit Sicherheit auf Zellen zurückgeführt. Ihr Ursprung ist dunkel, im ausgebildeten Zustande gleichen sie langgestreckten, oft verästelten Zellen, und stimmen auch mit diesen, in welche sie durch Mittelbildungen übergehen, in ihrer ferneren Entwicklung überein.

§. 16.

Bis zu einer gewissen Zeit wächst die Zellenmembran in ihrer ganzen Dicke durch Intussusception, aber oft nicht gleichförmig; einzelne Stellen werden stärker ernährt und bilden warzenförmige Hervorragungen auf der äussern oder innern Fläche.

§. 17.

In einigen seltenen Fällen (bei den Sporen einiger Conferven) bildet die Zelle auf ihrer Aussenfläche, bald die ganze Fläche bedeckend,

bald nur an einer einzelnen Stelle, fadenförmige Fortsätze, die, ähnlich den Wimpern auf den Zellen der Schleimhäute bei den Thieren, eine schwingende Bewegung zeigen.

§. 18.

Wenn die Zelle eine bestimmte Ausdehnung erreicht hat, tritt eine wesentliche Veränderung in der Ernährungsweise der Zelle ein, indem der neu entstandene Zellstoff nicht mehr durch Intussusception die Wand verdickt, sondern als concrete Schicht auf ihre innere Fläche abgelagert wird. Diese Ablagerung ist aber keine continuirliche Membran, sondern geschieht in der Richtung einer Spirale, als einfache oder mehrfache Spiralfaser oder Spiralband. Dehnt sich die Zelle nach dem Auftreten dieser Verdickungsschicht noch mehr oder weniger aus, so werden die anfangs dicht auf einander liegenden Windungen von einander gezogen. Je weniger sich die Zelle noch ausdehnt, desto fester vereinigt sich die Faser mit der Wand. Oft verwachsen schon früh einzelne Windungen der Faser oder einzelne Stellen der Windungen unter einander. Aus allen diesen Momenten gehen sehr mannichfache Configurationen der Zellenwände hervor, die man in zwei Abtheilungen bringen kann, je nachdem die getrennten Fasern deutlich hervortreten (*Faserzellen, cellulae fibrosae*), oder die Fasern so vielfach unter einander verwachsen sind, dass man sie als eine continuirliche Membran mit grösseren oder kleineren Spalten besetzt ansehen kann (*poröse Zellen, cellulae porosae*).

§. 19.

In der Regel bildet die Ablagerung einer neuen Schicht auf der ganzen Wand der Zelle dieselben Formen, doch kommen auch Fälle vor, wo sich an der einen Seite der Wand die Spiralfasern zu einer homogenen Membran verbinden, während sie an andern Stellen zu Poren spaltenartig auseinandertreten (hierher gehören namentlich die sogenannten porösen Gefässe des Holzes), oder dass sie in einem Theil der Zelle zu Ringen umgewandelt werden, während sie in andern Theilen spiralig, netzförmig, oder gar porös bleiben, was öfter vorkommt.

§. 20.

Der Process der schichtenweisen Ablagerung wiederholt sich öfter im Leben der Zelle. a) In der Regel lagert sich dann jede folgende

Schicht auf die vorhergehende genau so ab, wie diese in dem Augenblick der Ablagerung ist, also Ring auf Ring, Spirale auf Spirale, poröse Schicht auf poröse Schicht. *b)* In einigen selteneren Fällen richtet sich aber die Ablagerung nach dem Zustande der Zelle, so dass, wenn sich durch Ausdehnung eine weitgewundene Faserzelle gebildet hat, nun der vollendeten Ausdehnung der Zelle gemäss eine poröse Schicht entsteht. Gewöhnlich ist auch die Richtung der Spirale in der folgenden Schicht dieselbe wie in der vorhergehenden, doch scheint es auch vorzukommen, dass sich Schichten, in denen die Spirale entgegengesetzt gewunden ist, einander folgen.

§. 21.

In gar vielen Zellen werden die von den Ablagerungen frei gebliebenen Stellen der ursprünglichen Zellenwand verflüssigt und resorbiert. Es entstehen auf diese Weise wirklich Löcher in der Membran. Hierauf beruht namentlich der ganze Unterschied zwischen Zellen und sogenannten Gefässen, indem die letzteren nur Zellenreihen sind, deren Höhlungen auf diese Weise in Verbindung gesetzt werden.

Zweiter Abschnitt.

Von den Zellen im Zusammenhang und den durch dieselben gebildeten Räumen.

§. 22.

Die einzelnen auf die angegebene Weise entstandenen Formen der Zellen gruppieren sich nun auf mannigfache Weise zu grösseren Massen (sogenannten Geweben, *tela*, *contextus*) zusammen, die man nach ihrer verschiedenen Zusammensetzung aus verschiedenen oder gleichen Elementartheilen nach folgender Uebersicht zusammenstellen kann.

§. 23.

A. Parenchym (Parenchyma). Die Hauptmasse der Pflanze und ihrer Theile. Dieses ist:

a) Unvollkommenes Parenchym (*P. incompletum*), wenn die Berührung der einzelnen Zellen untereinander höchst unvollständig ist. Man unterscheidet:

1) Rundliches Parenchym (*P. sphaericum*, *s. ellipticum*), aus runden oder elliptischen Zellen bestehend, bei saftigen Pflanzen vorherrschend.

2) Schwammförmiges Parenchym (*P. spongiaeforme*), Zellen, die nach allen Seiten, aber ungleichförmig ausgedehnt sind und sich dann nur mit den Enden der Strahlen berühren; als Füllmasse in den Lufthöhlen und fast Alles schnell austrocknende Gewebe, auch die untere Hälfte des Parenchyms der meisten Blätter.

b) Vollkommenes Parenchym (*P. completum*), wenn die Berührung der Zellen unter einander möglichst vollkommen ist.

1) Regelmässiges Parenchym (*P. regulare s. dodecaedrotum*), fast lauter polyedrische Zellen ohne Vorherrschen einer bestimmten Dimension; findet sich besonders im Mark der Pflanzen.

2) Langgestrecktes Parenchym (*P. longitudinale, cylindricum, prismaticum etc.*); bei sehr rasch wachsenden Pflanzen, zumal im Mark vieler Monokotyledonen, in dem Innern der Tangarten.

3) Tafelförmiges Parenchym (*P. tabulatum*), meist viereckige tafelförmige Zellen; in der äusseren Rinde, besonders aber in Kork und Borke.

§. 24.

B. Intercellularsystem. Die Berührung der Zellen in der Pflanze ist selten oder nie ganz vollständig, sie lassen mannigfache Lücken, die folgende wichtigere Verschiedenheiten zeigen.

a) Ursprüngliche, blos durch das nicht vollkommene Zusammenschliessen der Zellen gebildete Lücken.

1) Intercellulargänge (*meatus intercellulares*), enge meist dreieckige, um alle Zellen herumlaufende Canäle, fast überall, wenigstens in jedem Parenchym.

2) Intercellularräume (*interstitia intercellularia*), grössere unregelmässige Räume zwischen den Zellen, besonders im schwammförmigen Zellgewebe.

b) Später entstandene Lücken.

1) Behälter eigenthümlicher Säfte (*conceptacula succi proprii*). Durch Erguss der Säfte aus den benachbarten Zellen, aus Intercellulargängen entstanden. Man kann zweierlei unterscheiden:

α) Von ziemlich derben, dicht aneinander geschlossenen wahr-

scheinlich nicht absondernden Zellen flach begrenzt, z. B. Harzgänge der Coniferen in der Rinde (?), einzelne Gummigänge.

β) Von zartwandigen lockeren, blasig in die Höhle hineinragenden, wahrscheinlich absondernden Zellen begrenzt, die meisten Behälter eigner Säfte, z. B. die Milchsäftgänge der *Manillaria*- und *Rhus*-arten, die Gummigänge der Cycadeen, die Harzgänge im Holze der Coniferen.

2) Luftbehälter, die durch Zerstörung einer Parenchymmasse entstanden sind. Diese sind wieder:

α) Luftgänge (*canales aëreae*). Hier verwandelt sich eine bestimmte Portion Parenchym erst in schwammförmiges Zellgewebe, wird dann zerrissen und resorbirt, die Wände dieser Gänge sind aber völlig glatt und die Höhlung ist in bestimmten Zwischenräumen durch eine Schicht stehenbleibender Zellen in Sternform, wie durch Scheidewände unterbrochen, z. B. in *Canna*, *Nymphaea* etc.

β) Luftlücken (*lacunae aëreae*). Hier zerreißt unordentlich durch Ausdehnung des Pflanzentheils eine Portion Parenchym. Die Wände bleiben rauh mit den Resten der zerrissenen Zellen besetzt, z. B. die hohlen Stengel der Gräser, Umbellaten, Compositen u. s. w.

§. 25.

C. Gefäße (*Vasa, Tracheae auct. veter.*). Wenn eine Reihe meist langgestreckter Parenchymzellen durch Resorption der ihre Höhle trennenden Wände in offene Communication tritt, so nennt man eine solche Reihe mit einem höchst übel gewählten Ausdruck Gefäß und unterscheidet sie nach der Modification der Zellenwand mit den oben bei den Zellen angeführten Namen, als *vasa spiralia*, *annulata*, *porosa* etc.

§. 26.

D. Gefäßbündel (*fasciculi vasorum*). So nennt man eine Masse von langgestreckten Zellen, von denen ein Theil in Gefäße umgeändert ist, und die sich mehr oder weniger deutlich von dem umgebenden Parenchym, welches sie in einem längeren oder kürzeren Zuge durchsetzen, unterscheidet. Sie sind entweder:

α) Simultane Gefäßbündel (*f. v. simultanei*), wenn alle ihre Theile ziemlich zu gleicher Zeit entstanden sind und ausgebildet werden, Gefäßbündel der Kryptogamen.

b) Succedane Gefässbündel (*f. v. succedanei*), wenn die einzelnen Theile nach einander und zwar in allen Stengelgebilden in der Richtung von Innen nach Aussen entstehen und ausgebildet werden. Sie bestehen anfänglich ganz aus einem in der Bildung begriffenen, zarten, mit trüber Flüssigkeit gefüllten Zellgewebe (*cambium*), welches, so wie es innen in gestreckte Zellen und Gefässe übergeht, sich aussen fortbildet. Diese Gefässbündel sind wiederum:

1) Geschlossene Gefässbündel (*f. v. definiti*). Bei ihnen dauert die Fortbildung nur eine bestimmte kurze Zeit, dann ändert sich das *Cambium* in ein klares scharfgezeichnetes Zellgewebe um und ist unfähig zu fernerer Bildungen. Gewöhnlich liegen hier die Gefässe in einer Linie oder <förmig von Innen nach Aussen, zu äusserst oder nach beiden Seiten der Linie zeigen sich ein paar grosse poröse Gefässe und das Ganze ist mit langgestrecktem, dickwandigem Parenchym gemischt und umkleidet und dadurch mehr oder weniger vom übrigen dünnwandigern und kürzern Parenchym unterschieden. Monokotyledone Gefässbündel.

2) Ungeschlossene Gefässbündel (*f. v. indefiniti*). Hier hört das *Cambium* nicht früher auf sich fortzubilden und das Gefässbündel von Innen nach Aussen zu verdicken, bis der Theil oder die Pflanze, dem ge angehört, abstirbt. Dikotyledone Gefässbündel. Man muss hier unterscheiden:

α) Das primäre Gefässbündel, wozu Alles zu rechnen ist, was in der ersten Vegetationsperiode (Jahre) entsteht. Es besteht in der innern Hälfte aus denselben Theilen, wie das geschlossene Gefässbündel, nur dass die Gefässe meist zahlreicher und nicht so regelmässig angeordnet sind; die vordere Hälfte ist nur das fortbildungsfähige trübe *Cambium*, vorn und an den Seiten stetig, aber ziemlich rasch in das umgebende Parenchym übergehend.

β) Das Holz (*lignum*). Nach Vollendung der ersten Vegetationsperiode hört ein Pflanzentheil in der Regel auf, sich in die Länge zu strecken, da aber die vom *Cambium* neu erzeugten Zellen nichtsdestoweniger bis zu einer gewissen Länge sich ausdehnen, so müssen sich dieselben von nun an, um Raum zu gewinnen, mit spitzen Enden ineinanderschieben. Es entsteht statt Parenchyms ein eigenthümliches Zellgewebe, das man Prosenchym (*prosenchyma*) nennt. Ein Theil desselben behält seine langgestreckte, schmale, oben und unten zugespitzte Form (Holzzellen), dazwischen aber erweitern sich einzelne senkrechte Rei-

hen, oft sehr stark, und ändern sich zu sogenannten Gefässen um. Hier- von machen nur die Coniferen, Cycadeen und einige andere insofern eine Ausnahme, als alle Holzzellen sich ziemlich gleichförmig ausbilden. Von der in jedem Jahr gebildeten Holzportion ist gewöhnlich der im Anfang entstandene Theil aus weiteren dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, und enthält mehr Gefässe, später entstehen immer weniger Gefässe, die Zellen werden immer enger und dickwandiger. Bei regelmässigem Vegetationswechsel nach Jahresperioden unterscheidet sich daher der Anfang einer neuen jährlichen Holzportion schon für das blosse Auge mehr oder weniger scharf von dem Ende der vorigjährigen. Daraus zeigt sich das Holz auf dem Querschnitte in so viele concentrische Ringe getheilt, als der Stamm Jahre alt ist und man nennt diese Erscheinung deshalb Jahresringe.

Im Gegensatz zu den Gefässbündeln und seinen Fortbildungsmassen heisst das Zellgewebe zwischen ihnen, welches gewöhnlich etwas von Innen nach Aussen gestreckt erscheint, Markstrahlen (*radii medullares*) und zwar grosse Markstrahlen, wenn sie continuirlich vom Centrum (Mark) bis zur Peripherie (Rinde) reichen, kleine dagegen, wenn sie im Holze anfangen oder aufhören.

§. 27.

E) Bastgewebe (*tela fibrosa*). Dies wird von Zellen gebildet, die so lang gestreckt sind, dass man sie nicht wohl mehr als übereinanderliegende Zellenreihen, sondern nur als nebeneinanderliegende Fasern betrachten kann; ihre Wände sind dabei stark, oft zum Verschwinden des Lumen verdickt, ohne in der Regel eine bedeutende Configuration der Verdickungsschichten zu zeigen, dabei aber meist sehr weich und biegsam. Diese Zellen kommen selten einzeln in Mark und Rinde, häufiger in Bündeln (Bastbündeln) in den scheinbaren Nerven *) flacher, schmaler Blätter, in hervorspringenden Kanten der Stengel und sehr häufig in der Nähe der Gefässbündel an der äusseren Seite des Cambiums vor, im letzten Falle nennt man sie Bast (*liber*).

E) Bastzellen der Apocynen und Asclepiadeen. Dies sind eigenthümliche sehr lange, selten verästelte Zellen mit verdickten Wänden, die sehr feine, oft sich kreuzende, Spiralfasern zeigen, deren Lumen an einigen Stellen oft völlig obliterirt, an andern Stellen, wo sie

auffallend blasig angeschwollen sind, sehr bedeutend ist und deren Inhalt ein ächter Milchsafte ist.

G) Milchsaftegefäße (*vasa lactescentia*) sind langgestreckte, häufig vielfach nach allen Richtungen hin verästelte Zellen (?), zuweilen mit dünnen homogenen, oft (besonders im Alter) mit schichtenweis verdickten, spiralig gezeichneten Wänden (letzteres z. B. bei den blattlosen Euphorbien), einen farblosen oder verschiedenfarbigen Milchsafte führend.

§. 28.

H) Filzgewebe (*tela contexta*) besteht aus sehr langen, dünnen, fadenförmigen, vielfach gewundenen und unter einander geschlungenen Zellen. Es ist doppelt:

a) Bei den Pilzen als ein ganz weiches für das Gefühl fast talgartiges und leicht zerfliessliches Zellgewebe.

b) Bei den Flechten als ein dürres, zähes, aus gabelig verästelten Zellen verfilztes Gewebe.

§. 29.

1) Epidermoidalgewebe (*Tela epidermoidea*) ist im Allgemeinen die äusserste Zellenschicht einer Pflanze, soweit sie durch Form oder Inhalt sich von dem, was sie bedeckt, unterscheiden lässt, und kommt nur bei den höheren Kryptogamen und den Phanerogamen vor. Man muss unterscheiden:

a) Die Oberhaut, eine continuirliche Zellenschicht. Diese ist eine dreifache nach den Medien, worin sie sich entwickelt:

1) Epithelium. Höchst zartwandige mit homogenem, durchsichtigem, ungefärbtem Safte erfüllte Zellen, die der Fläche nach, ohne Interzellulargänge zu bilden, aneinander schliessen. Bei sich bildenden Pflanzentheilen immer vorhanden, länger bleibend nur in geschlossenen Höhlen, z. B. im Fruchtknoten, es ändert sich später meistens, entweder in

2) Epiblema, etwas derbwandige, nach Aussen abgeplattete, aber sonst nicht sehr flache Zellen ohne nach Aussen mündende Interzellulargänge, die sich im Wasser oder in der Erde entwickeln, oder in

3) Epidermis. Diese besteht aus meistens sehr flachen tafelförmigen Zellen, die sich durch ihre Lage und Form von den anderen Zellen unterscheiden.

förmigen Zellen, deren Wände besonders nach der Seite und nach Aussen derher zu seyn pflegen. Sie schliessen sich überall eng aneinander, nur an bestimmten Stellen bleibt bei den meisten Pflanzen ein Interzellulargang, durch den die Interzellulargänge oder -räume des darunter liegenden Parenchyms frei mit der Luft communiciren können. An der innern Mündung dieses Interzellularganges lagern sich (mit Ausnahme von *Salvinia* und *Marchantia*) zwei halbmondförmige, mit den concaven Seiten sich zugekehrte Parenchymzellen, die je nach ihrer augenblicklichen Turgescenz eine grössere oder kleinere Spalte zwischen sich lassen, oder eng zusammen liegen und so den Interzellulargang verschliessen. Diese beiden Zellen sammt dem Interzellulargang nennt man Spaltöffnung (*stoma*).

b) Die appendiculären Organe, welche alle sich über die Fläche erhebenden aus Zellen bestehenden Gebilde umfassen. Hierher gehören:

1) Papillen (*papillae*), blosse Ausdehnungen der äusseren Zellenwand entweder als kleine Hügel (besonders auf Blumenblättern), oder als Blasen (z. B. bei *Mesembryanthemum crystallinum*), oder als scheinbare Haare (z. B. die sogenannten Wurzelhaare).

2) Haare (*pili*), aus einer oder mehreren dünnwandigen der Epidermis aufgepflanzten Zellen von sehr verschiedener Form und Anordnung bestehend. Beispiele sind einfache Haare (*pili simplices*), verästelte Haare (*p. ramosi*), sternförmige Haare (*p. stellati*), Schüppchen (*lepides*), geknöpfte Haare (*p. capitati*), Drüsenhaare (*p. glanduliferi*), wenn die oberen Zellen einen eigenthümlichen Saft absondern u. s. w.

3) Borsten (*setae*), steife, dickwandige, stechende Zellen.

4) Brennhaare (*pili urentes*), steife, dickwandige, entweder in eine Spitze oder in ein oft zur Seite gebogenes Knöpfchen auslaufende und an der Basis dünnwandigere, keulenförmig angeschwollene, von einer Anzahl warzenförmig über die Epidermis sich erhebender Zellen umschlossene Zellen, die meistens einen ätzenden Saft enthalten.

5) Stacheln (*aculei*), aus mehreren steifen, dickwandigen, fest verbundenen Zellen, die eine scharfe Spitze bilden, bestehend.

6) Warzen (*verrucae*), aus mehreren derben Zellen halbkugelig oder ähnlich zusammengesetzt.

c) Korksubstanz (*suber*). In den Epidermiszellen sammelt sich oft ein grumöser Stoff, aus welchem sich flache, tafelförmige Zellen ent-

wickeln, die Epidermiszellen sprengen und dann zum Theil das bilden, was wir Borke, oder wo es stark entwickelt und elastisch ist, auch wohl Kork nennen, z. B. an saftigen Früchten, besonders aber an Stengeln vom zweiten Jahre ihres Lebens an, auffallend bei *Quercus suber*.

d) Wurzelhülle (*velamen radicum*). Bei den meisten tropischen Orchideen und einigen Aroideen liegt auf der Epidermis der Wurzeln (Adventivwurzeln) eine Schicht, welche gewöhnlich ganz aus den zierlichsten Spiralfaserzellen besteht, deren Inhalt nur Luft ist.

Zweites Capitel.

Das Leben der Pflanzenzelle.

Erster Abschnitt.

Die einzelne Zelle für sich allein betrachtet.

§. 30.

Auf die Pflanzenzelle wirken natürlich alle physikalischen und chemischen Kräfte an der Erde ein. Soweit diese auffallende Erscheinungen hervorrufen und insbesondere soweit sie durch die Zelle selbst, an und in der sie sich äussern, eine besondere Form der Wirkung zeigen, nenne ich ihre Wirkungen im Ganzen das Leben (*vita*) der Zelle. Die meisten physikalischen Kräfte sind uns noch zu wenig genau bekannt, um die Eigenthümlichkeiten, die sie unter besonderen Verhältnissen zeigen, auffassen zu können. Man kann hier nur sehr allgemein sagen, dass die verschiedenen chemischen Processe in der Zelle auch von Veränderungen der Temperatur, der Elektricität, der absoluten und specifischen Schwere u. s. w. begleitet seyn müssen, ohne dass man zur Zeit noch messend und rechnend nachkommen könnte. Es bleiben daher für genauere Betrachtung nur wenige Verhältnisse, die sich als Aufnahme fremder Stoffe (*endosmosis*), Veränderung derselben (*assimilatio* und *secretio*) und Ausscheidung des Ueberflüssigen (*exhalatio* und *exeretio*), Gestaltung des Assimilirten (*organisatio*), Bewegungen des Inhalts der Zelle (*circulatio*), Bewegung der ganzen Zelle (*motus*), Bildung neuer Zellen in der alten (*propagatio*) und Aufhören aller Processe (*mors*) betrachten lassen.

I. *Aufnahme fremder Stoffe.*

§. 31.

Die Zellenmembran ist völlig geschlossen (wenigstens in der Jugend), aber gegen alle vollkommenen Flüssigkeiten permeabel. Sie nimmt also alle völligen Auflösungen durch ihre Wand in ihre Höhle auf. Da sie in Folge der beständig in ihr vorgehenden chemischen Processe stets eine dichtere Flüssigkeit als Wasser oder höchst diluirte Salzlösungen enthält und zwar meist eine solche, welche, wie Gummi- und Zuckerlösung, eine grosse Verwandtschaft zum Wasser hat, so zieht diese das Wasser mit einer gewissen Kraft in die Höhle der Zelle hinein, wogegen nur wenig von dieser concentrirten Flüssigkeit austritt. Seit *Dutrochet* nennt man diesen Process des Einstromens Endosmose, den des Ausströmens Exosmose.

§. 32.

Das allgemein in der Natur verbreitete Lösungsmittel, das Wasser, ist auch die von der Pflanzenzelle aufgenommene Flüssigkeit, welche derselben alle übrigen Stoffe zuführt. Unter den letztern sind Kohlensäure und Ammoniak die wesentlichsten, beide in jedem meteorischen oder längere Zeit mit der Luft in Berührung gewesenen Wasser enthalten. Wasser, Kohlensäure und Ammoniak enthalten Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, also alle zur Bildung der assimilirten Substanzen und somit zur eigentlichen Ernährung der Zelle wesentlichen Elemente. Daneben werden aber der Zelle gelegentlich noch in kleinen Theilen alle im Wasser löslichen Stoffe, deren das Wasser sich bemächtigen kann, zugeführt.

II. *Assimilation der aufgenommenen Stoffe und Secretion.*

§. 33.

Die assimilirten Stoffe (*Materia assimilata*) bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff (zuweilen mit etwas Schwefel und Phosphor), diese sind also und zwar auch nur in bestimmten Verbindungen als Kohlensäure, Wasser und Ammoniak allein die assimilirbaren. Sobald dieselben auf die angegebene Weise ins Innere der Zelle geführt sind, so entstehen chemische Processe, deren erster An-

fang in dem Zerfallen der Ammoniakverbindungen und einer (vielleicht dadurch hervorgerufenen), Wasserzersetzung, deren Fortgang sicher zum grossen Theil in der Einwirkung assimilirter stickstoffhaltiger Stoffe (Schleim) auf stickstofffreie Substanzen besteht. So bilden sich wahrscheinlich immer gleichzeitig Schleim und stickstofffreie Substanzen.

§. 34.

Bei der Bildung der assimilirten Substanzen werden viele Stoffe frei, die unter sich oder mit den gleichzeitig aufgenommenen nicht assimilirbaren Substanzen neue Verbindungen eingehen, entweder ihrer natürlichen Verwandtschaft folgend, oder durch Contactwirkung, prädisponirende Verwandtschaft u. s. w. veranlasst. Alle auf diese Weise gebildeten Stoffe nenne ich *Secrete* (*Materia secreta*) der Zelle. Einige von diesen sind sehr allgemein, so dass sie jeder Zelle zukommen, z. B. freier Sauerstoff, oder wenigstens dann, wenn sie unter bestimmten Bedingungen vegetirt, z. B. der grüne Farbestoff; andere sind weniger verbreitet und ihre Bildung hängt noch von ganz besonderen Verhältnissen ab, z. B. Coniin, Solanin und dergleichen. Die chemischen Processe dabei sind uns noch grösstentheils verborgen. Zweierlei bleibt hier zu bemerken. Einmal, dass sich nicht selten Secrete bilden, die der Zelle schädlich wären, wenn dieselben nicht durch von Aussen aufgenommene unorganische oder gleichzeitig neugebildete organische Stoffe neutralisirt würden, so z. B. Oxalsäure durch den von Aussen aufgenommenen Kalk, die meisten Alkaloide durch die zugleich erzeugten organischen Säuren. Zweitens bilden sich häufig Stoffe, z. B. Gerbestoff, Harz u. s. w., die grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff haben und daher auch aus der Umgebung der Zelle eine bedeutende Menge Sauerstoff absorbiren.

III. Von der Ausscheidung der Stoffe aus der Pflanzenzelle.

§. 35.

Der Endosmose, wodurch Flüssigkeiten in die Zelle geführt werden, entspricht nothwendig eine Exosmose. Ein kleiner Theil des Zelleninhalts tritt heraus. Auch hier ist kein Wahlvermögen der Zelle anzunehmen, sondern Alles, was im Zelleninhalt gelöst ist, wird mit ausgeschieden und nur in der Weise tritt eine Modification ein, dass hier

wie bei der Endosmose die verschiedene Anziehung der einzelnen Stoffe innerhalb und ausserhalb der Zelle zu einander sich geltend macht.

§. 36.

Wenn in der Zelle freie Gasarten vorkommen und zwar mehr als die Flüssigkeit aufgelöst festhalten kann, so entweichen sie natürlich durch die Zellenwand, die ihrem Austritt kein Hinderniss in den Weg legt. Wenn die Flüssigkeit grade mit einer Gasart gesättigt ist, so kommt es auf die Natur der in der Umgebung der Zelle enthaltenen Gasart an, ob nach dem Dalton'schen Gesetz des Gleichgewichts der Gase ein theilweiser Austausch erfolgt oder nicht. Die auf diese Weise entbundenen Gasarten sind hauptsächlich Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserstoff.

IV. *Gestaltung der assimilirten Stoffe.*

§. 37.

Durch die assimilirten Stoffe wächst die Pflanzenmembran auf eine solche Weise, dass sie ebensowohl ausgedehnt wird, also einen grösseren Raum umschliesst, als auch in ihren Wänden verdickt wird.

§. 38.

Zu einer bestimmten Zeit hört aber die Zellenmembran ganz oder doch grösstentheils zu wachsen auf, und die assimilirten Stoffe, die von nun an in der Art gebildet werden, dass sie in eine feste Form übergehen müssen, lagern sich in einer eigenen Schicht auf die innere Fläche der Membran ab und zwar in den schon oben (§. 16.) betrachteten Formen. Dieser Process wiederholt sich dann so oft, als noch Stoffe gebildet werden.

§. 39.

Die in der Zelle enthaltenen Stoffe werden nicht allein zur Ausbildung der Zelle selbst oder zur Bildung neuer Zellen (§. 13.) verwendet, sondern erscheinen auch unter mannigfachen Aggregatzuständen und Formen als Zelleninhalt. Bei den organischen Stoffen geht das Flüssige ganz allmählig in das relativ Feste (nicht eigentlich Starre) über; bei den stickstofffreien Substanzen Gummi, Dextrin, Gallerte, Amyloid,

Stärke u. s. w. durch allmähliges Entziehen des Lösungsmittels (Wasser) und ähnlich bei den stickstoffhaltigen Substanzen, dem Schleim. — Manche dieser Stoffe zeigen dabei auffallende bestimmt hervorzuhobende Gestalten. Ausser den Krystallen unorganischer Salze finden wir in der Zelle Stärke-, Inulin- und Schleimkörnchen, grössere Gummi- und Harzballen, Oeltropfen u. s. w. — Am auffallendsten bleibt aber eine eigenthümliche Form des Schleimes, welcher in bestimmten Zellen der Antheridien bei Characeen, Moosen, Lebermoosen und Farnkräutern als ein Spiralfaden mit $1-2\frac{1}{2}$ Windungen erscheint.

V. *Bewegung des Inhalts der Pflanzenzelle.*

§. 40.

Wir finden in der Pflanzenzelle eine doppelte Form der Bewegung ihres flüssigen Inhalts, über deren Ursachen wir noch gänzlich im Dunkel sind. In den meisten Pflanzen aus den Familien der Characeen, Najaden und Hydrocharideen ist in jeder Zelle ein einfacher an der einen Seite aufsteigender, an der andern Seite absteigender Strom einer durch Farbe, Consistenz (Schleimigkeit) und Unlöslichkeit in wässerigen Flüssigkeiten von dem übrigen wasserhellen Zellensaft verschiedenen Flüssigkeit zu beobachten, die in einigen besonders dadurch sichtbar wird, dass er die im Saft enthaltenen Kügelchen (Stärkemehl, Chlorophyll, Schleim u. s. w.) mit fortführt, meistens aber auch für sich deutlich genug erkannt wird.

§. 41.

In fast allen ihrer Lagerung oder Ausbildung nach sehr selbstständigen Zellen zeigt sich ein eigenthümliches System kleiner vielfach verästelter anastomosirender Strömchen einer schleimigen mit kleinen dunkeln Körnchen gemischten Flüssigkeit, welche von dem immer gleichzeitig vorhandenen Cytoblasten ausgehen und zu ihm zurückkehren, die innere Fläche der Zellenwand bedecken, oder quer durch die Höhlung von einer Wand zur andern laufen, ohne sich mit der übrigen meist wasserhellen Zellenflüssigkeit zu vermischen.

§. 42.

Die im §. 39. am Ende erwähnten Spiralfäden in den Antheridien der Characeen, Laub-, Lebermoose und Farnkräuter zeigen wenigstens

in Berührung mit Wasser eine eigenthümliche Bewegung, der hauptsächlich eine Drehung um die Axe der Spirale zum Grunde liegt und welche sich bei den freien Fäden zunächst (nach dem Gesetz der archimedischen Schnecke) in eine fortschreitende verwandelt, sich aber noch mannigfach nach der verschiedenen Weite und dem verschiedenen Durchmesser der Windungen modificirt.

§. 43.

Wenn in einer Pflanzenzelle eine Menge sehr kleiner Körperchen, gleichviel ob organischer oder unorganischer Natur, z. B. kleine Stärkemehlkörnchen, kleine Krystalle u. s. w., in einer nicht zu dichten Flüssigkeit vorkommen, so zeigen diese gewöhnlich eine zitternde Bewegung (Molecularbewegung genannt), deren Ursache uns noch unbekannt, aber auf jeden Fall keine mit dem Leben der Zelle nothwendig und ausschliesslich verbundene ist.

VI. Bewegungen der Pflanzenzellen.

§. 44.

Bei den Sporenzellen einiger niedrigen im Wasser wachsenden Pflanzen zeigt sich eine Zeitlang, nachdem sie die Mutterzelle verlassen, zuweilen schon einige Zeit vor ihrem Austritt eine der Molecularbewegung ähnliche Ortsveränderung, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Bewegungen bedeutender sind und durch schwingende Wimpern hervorgerufen werden.

VII. Fortpflanzung der Zelle.

§. 45.

Wenn sich in einer Zelle eine grosse Menge auflöslicher assimilirter Substanz nebst der nöthigen Menge Schleims gebildet hat, so werden nothwendig die oben (§. 23.) geschilderten Processe aufs neue beginnen. Es bilden sich in der Zelle (Mutterzelle, *matrix*) eine oder mehrere neue Zellen (Brutzellen, *blastidia*), die, wenn sie sich so weit ausgedehnt haben, die Mutterzelle zerstören. Da natürlich eine Gestalt von dem Stoff, aus dem sie gebildet wird, und den Bedingungen ihrer Bildung abhängt, beides aber von der Mutterzelle gegeben wird, so werden folglich in der Regel die Brutzellen der Mutterzelle gleich oder ähnlich.

§. 46.

Nach *Hugo Mohl*†) kommt bei den Zellen der Kryptogamen (Conferven) noch eine Vermehrungsart der Zellen vor, indem sich eine Kreisfalte der Zelle allmählig in sie hineinzieht und in der Mitte zusammenstossend sich abschnürt, so dass völlige Theilung einer Zelle in zwei neue stattfindet.

VIII. Vom Ende des Zellenlebens.

§. 47.

Sobald in einer Zelle das Spiel chemischer Wechselwirkungen unmöglich geworden ist, muss man sie für sich todt nennen. Insofern sind alle Zellen als individuell abgestorben zu betrachten, die ihren Inhalt völlig verzehrt haben und nur noch Luft führen, die sogenannten Gefäss-, Mark- und Borkenzellen, oder die ihren Inhalt in einen einzelnen homogenen Stoff ungeändert haben, wie z. B. die Zellen, welche nur ätherisches Oel, nur Harz u. s. w. enthalten. Letztere sind aber verhältnissmässig selten.

§. 48.

Nur der ganz ausgebildete Zellstoff trotz aller gewöhnlichen Auflösungsmitteln, alle übrigen Stoffe, aus denen Zellenwände bestehen können, sind noch innerhalb des Bereichs der auflösenden oder umwandelnden chemischen Kräfte, welche in den Zellen thätig sind. Alle nicht vollständig ausgebildeten Zellen können daher wieder verflüssigt und aufgesogen werden. Dies geschieht bei allen Mutterzellen, bei dem schwammförmigen Zellgewebe, welches anfänglich die Luftcanäle ausfüllt, beim Kern der Samenknospe u. s. w.

§. 49.

Das Leben der Pflanzenzelle besteht wesentlich nur durch die in derselben vor sich gehenden chemisch-physikalischen Processe, und diese werden sogleich unmöglich, sobald auf irgend eine Weise die Endosmose aufgehoben wird. Die Zelle wird dann allmählig durch die Einwirkung der Atmosphärien zerstört, sie verwest bei der seltneren, verfault bei der be-

†) Ueber Vermehrung der Pflanzenzelle durch Theilung. Tüb., 1835.

ständigen Mitwirkung von Wasser. Die Ursache dieses Todes kann verschieden seyn, z. B. Zerreissung (bei den Sporangien der Kryptogamen durch Austreten der Sporen), gänzliche Trockenheit, Entfernung von der Stelle, von woher ausschliesslich die Endosmose unterhalten wurde (z. B. beim Blattfall) u. s. w.

Zweiter Abschnitt.

Leben der Zelle im Zusammenhang mit andern.

§. 50.

Sobald die Zellen zu Geweben zusammentreten, so zeigen sich auch bestimmte Modificationen in ihrem Lebensprocess und diese sind besonders zu betrachten. Manches musste freilich schon im Früheren berührt werden, weil wir noch nicht so weit sind, ganz scharf das individuelle Zellenleben fassen zu können, und so bei manchen Vorgängen nicht wissen, wie viel oder wie wenig auf die Einwirkung der benachbarten Zellen kommt, Manches auch, was entschieden der Zusammenwirkung mehrerer Zellen angehört, doch zur Erklärung bei der einzelnen Zelle zu Hülfe genommen werden muss. Was hier noch zu behandeln, sind einmal die allgemein im Zellenleben durch ihr Zusammentreten hervorgerufenen Modificationen, und dann die speciellen Eigenthümlichkeiten bestimmter Gewebe.

I. *Allgemeine Modificationen des Zellenlebens durch Zusammentreten mehrerer Zellen.*

§. 51.

Sobald eine grössere Menge von Zellen sich zu Zellgewebe vereinigt, wird wenigstens ein Theil von ihnen von der unmittelbaren Berührung mit der ernährenden Flüssigkeit abgeschlossen, für sie findet also nur eine Aufnahme von Nahrung durch Endosmose aus den benachbarten Zellen statt, wo aber die Flüssigkeit immer schon verändert worden ist.

§. 52.

Durch die Anordnung einer grösseren Zellenmenge zu ein Pflanze wird häufig ein Theil der Zellen theilweise mit der atmosphärischen Luft

in Berührung gebracht. Daraus gehen zwei wichtige Verhältnisse hervor, einmal dass das Wasser aus den Zellen, wenn sie nicht auf besondere Weise dagegen geschützt sind (vergl. unten §. 69.), beständig im Verhältniss zu Wärme, Trockenheit und Bewegung der Luft an der Oberfläche der Zellen verdunstet, wodurch der Saft im Innern beständig vermindert und concentrirt, also die Endosmose gegen die übrigen Zellen verstärkt und unterhalten wird, zweitens dass die Flüssigkeit in den Zellen aus der Luft Gase, namentlich Kohlensäure und Ammoniak und unter Umständen Sauerstoff absorbiren kann.

§. 53.

Durch die Vereinigung vieler Zellen und die daraus hervorgehende gegenseitige Einwirkung werden im Leben der einzelnen Zelle Modificationen hervorgerufen, die zum Theil schon früher betrachtet sind. Hierher gehört vielleicht zum Theil die Bildung neuer discreter Schichten und die damit zusammenhängende spiralige Anordnung des diese Schichten bildenden Stoffes. Dahin gehört ferner die eigenthümliche Ausbildung von Luftbläschen zwischen je zwei benachbarten Zellen, worauf die Bildung der Poren zu beruhen scheint.

§. 54.

Bei der Secretion treten ebenfalls eigenthümliche Veränderungen ein, indem festere Secrete bestimmte Formen annehmen. Dahin gehören: die Gallerthülle vieler Algen, die Intercellularsubstanz, der eigenthümliche Stoff, welcher die Sporen und Pollenkörner überzieht, und die von der Epidermis ausgeschiedenen Stoffe.

§. 55.

Von dem Zusammentreten der Zellen hängt offenbar auch das eigenthümliche Verhältniss ab, in welchem die Richtungen der Saftströme in zwei benachbarten Zellen zu einander stehen, indem bei den Charen ohne Ausnahme dem Strome in der einen Zelle ein entgegengesetzter Strom in der andern entspricht.

§. 56.

Die einzelne Zelle kann ihrem individuellen Lebensprocess nach schon todt seyn, wird aber im Zusammenhang mit andern lebenden Zellen erhalten und dient vielleicht auch dem Leben dieser und somit der ganzen Pflanze

noch längere Zeit. So sind vielleicht die sogenannten Gefässe beim Aufsteigen des Frühlingsaftes Behälter zur (rein passiven) Aufnahme des übermässig zuströmenden und nicht gleich zu verarbeitenden Saftes, in der übrigen Zeit aber Behälter für ausgesonderte Luft, so die Zellen, welche einzelne Secretionsstoffe enthalten u. s. w.

II. *Eigenthümlichkeiten im Leben ganzer Gewebe.*

§. 57.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Lebensprocess aller einzelnen Zellen in denselben Geweben sich gleich oder doch sehr ähnlich ist; so bilden häufig grössere Massen des Parenchyms gleiche Stoffe, die Bastbündel, die Milchgefässe u. s. w. einer Pflanze enthalten dieselben Substanzen. Doch kommen auch grosse Ausnahmen vor und es tritt im Parenchym in nahegelegenen Zellen gleicher Form sehr verschiedener Inhalt auf, oder es zeigt sich bei den Gefässbündeln und sonst das verschiedene Leben der einzelnen Zelle in der verschiedenen und verschieden schnellen Ausbildung der Zelle selbst.

§. 58.

Das Parenchym hat die selbstständigsten Zellen, daher findet man in demselben am häufigsten und am wenigsten regelmässig angeordnet Zellen von dem verschiedensten Inhalt und der verschiedensten Configuration der Wände neben einander. Ueberwiegend zeigt sich in grösseren Massen des Parenchyms Stärkemehl (Kartoffeln), oder fettes Oel (Kotyledonen der *Brassica*-arten), oder Gummi (Altheenwurzeln), oder Emulsion (Oel und Pflanzeneiweiss, in den Kotyledonen der Mandeln), oder assimilirte Stoffe und Chlorophyll (in allen grünen Blättern), oder Farbstoffe gleicher Art (in Blumenblättern) oder Luft (im Mark) u. s. w.

§. 59.

Die verschiedenen Bildungen des Intercellularsystems enthalten sehr verschiedene Stoffe. Das Eigenthümliche ist hier, dass alle dieselben begrenzenden Zellen, wie ich glaube, ohne Ausnahme gleiche Lebensthätigkeit zeigen, entweder gar nicht auf den Inhalt der Intercellularräume einwirken, oder ganz gleiche Stoffe in sie hinein aussondern. Hierher gehören alle die verschiedenen Behälter eigener Säfte, Harz- und Gummi-

gänge sowie Milchsattbehälter, ferner die feste oft in bestimmter von den benachbarten Zellen abhängigen Form auftretende Intercellularsubstanz (*Substantia intercellularis*).

§. 60.

Die Gefässbündelzellen zeigen fast insgesamt einen sehr übereinstimmenden Lebensprocess und unterscheiden sich hauptsächlich nur nach der vom Alter abhängigen Configuration der Wände und nach ihrem Alter überhaupt. Die Gefässe führen, sobald sie vollständig entwickelt sind, Luft und nehmen vielleicht und auf jeden Fall nur passiv zuweilen für kurze Zeit Säfte auf. Die andern langgestreckten Zellen des Prosenchymis zeigen, so lange es lebendig ist, einen raschen Stoffwechsel im Innern, enthalten daher meist eine homogene wasserhelle Flüssigkeit. Später sterben sie ab und führen dann nur Luft.

§. 61.

Ueber das eigenthümliche Leben der Bastzellen, der gewöhnlichen wie der der Apocynen, und der Milchsaffgefässe wissen wir so gut wie gar nichts. Hier ist noch Alles zu erforschen.

§. 62.

Vom Filzgewebe der Pilze und Flechten wissen wir ebenfalls noch nichts. Die Zellen führen gewöhnlich einen klaren, farblosen Saft, bei den Flechten zuweilen Luft.

§. 63.

Die Epidermoidalzellen führen klare, wasserhelle oder gefärbte Säfte, selten hin und wieder eigenthümliche Stoffe, z. B. Harz (bei *Aloe nigricans*). Nach Aussen hin zeigt die ächte Epidermis eigenthümliche Secrete, nämlich zuerst einen wachsartigen Stoff gewöhnlich nur als eine zarte die Fläche glatt oder glänzend machende Schicht, seltner in kleinen Körnchen (als sogenannter Reif, *pruina*), in beiden Fällen die Oberhaut gegen Benutzung und Durchdringung von Wasser schützend, also auch allen Austausch von Gasen und Dünsten unmöglich machend, welcher Austausch nur durch die Spaltöffnungen vermittelt werden kann. Später bildet sich unter dieser ersten Absonderung eine zweite Schicht (*cuticula*), aus einem noch nicht näher untersuchten assimilirten Stoffe

bestehend, die in manchen Fällen sehr dick wird, und Höcker, Warzen und dergleichen besonders in der Nähe der Spaltöffnungen bildet. Das Leben der Anhänge der Epidermis ist sehr mannigfaltig und wir finden hier wieder sehr verschiedenen Inhalt und eigenthümliche Excrete. Vom Kork wissen wir nur, dass er bald abstirbt und theilweise verwest.

§. 64.

Die Zellen der Wurzelhülle führen nur Luft und dienen vielleicht zur Verdichtung des Wasserdunstes und Zuleitung desselben zum Parenchym der Wurzel.

Drittes Buch.

Morphologie.

§. 65.

Morphologie ist die Lehre von den Gestalten der Pflanze und ihrer Theile. Sie zerfällt in einen allgemeinen Theil, welcher Alles entwickelt, was sich auf die Pflanzen und ihre Organe im Allgemeinen bezieht, und einen speciellen Theil, welcher die Pflanzen nach ihren Hauptgruppen, sowie ihre einzelnen Organe behandelt; der specielle Theil zerfällt wieder in zwei parallele Aufgaben, nämlich die Darstellung der äussern Gestalt und Darstellung der innern Gestaltung, oder der gesetzmässigen Zusammensetzung der Pflanze und ihrer Theile aus den verschiedenen Geweben.

Erstes Capitel.

Allgemeine Morphologie.

§. 66.

Gegenstände der Gestaltlehre sind überhaupt die Gestalten der Einzelwesen und ihrer Theile.

I. In der Botanik haben wir als Individuen nach wissenschaftlicher Betrachtungsweise: die einzelne Zelle, und nach empirischer Auffas-

sung: die Pflanzen. In letzterer Beziehung zeigen sich Individuen verschiedener Ordnung. Die Elementarorgane treten zu bestimmten Gestalten zusammen (Einzelpflanze, *planta simplex*). Durch Fortbildung entwickeln sich auf der Pflanze neue gleiche Individuen (Knospen, *gemmae*), welche häufig mit der Mutterpflanze in Verbindung bleiben und so für die Anschauung ein Gesamtindividuum bilden (zusammengesetzte Pflanze, *planta composita*). Gehen aus den Knospen nur Fortpflanzungsorgane oder Blüthen hervor, so nennen wir die Pflanze ebenfalls noch einfach. Diese Zusammensetzung wiederholt sich in unzähligen Abstufungen.

§. 67.

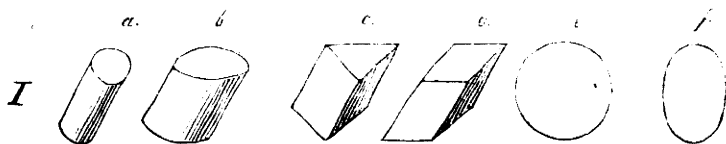
II. Unter den Theilen der Pflanze, deren Gestalten man zu betrachten hat, verstehe ich solche, die sich als anschaulich erfassbare, innerhalb der Sphäre einer Pflanzengruppe constante Abtheilungen der Gesamtgestalt ergeben, und nenne diese Theile Organe der Pflanze.

§. 68.

Die Bedingung aller Gestaltenbildung ist die Ausbreitung im Raum. Jede Pflanze, jeder Theil kann daher linienförmig, *Conserva*, *Usnea*, *Cuscuta*, die meisten Stengel, Blätter von *Juncus*, *Triglochin* u. s. w., flächenförmig, *Ula*, *Parmelia*, *Lacis*, *Marathrum*, Stengel von *Opuntia*, *Phyllanthus*, *Ruscus*, gewöhnliche Blätter u. s. w., oder körperlich ausgedehnt, *Protococcus*, *Undina*, *Mamillaria*, *Melocactus*, Blätter der *Sedum* - oder *Mesembryanthemum* - Arten, erscheinen.

§. 69.

Die linienförmigen Gebilde bestimmt man noch genauer nach der



Figur des Querschnitts als *teres* (a), *anceps* (b), *triqueter* (c), *quadrangularis* (d) etc. Die Flächenformen sind niemals ganz von geraden Linien eingeschlossen, meist von Curven begrenzt und man nennt sie nach diesen *rotundus* (e), *ovatus* (f) etc. Die Körperformen endlich bezeichnet man nach ihrer Aehnlichkeit mit stereometrischen Figuren

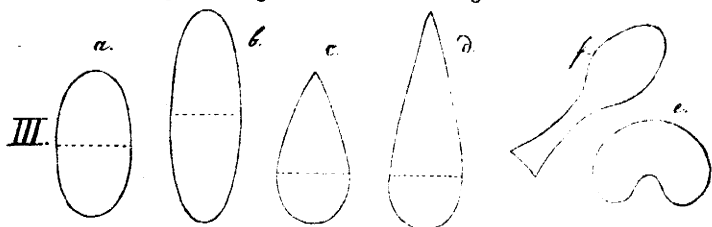


als *globularis* (*g*), *cubicus* (*h*), *conicus* (*i*) etc. oder nach zufälligen Aehnlichkeiten mit bekannten Gegenständen als *acinaciforme* (*k*), *dolabriforme* (*l*), *mamillaris* etc.

§. 70.

Da die Vergleichung mit geometrischen Figuren nicht weit reicht, da die Bezeichnung der Aehnlichkeit mit andern bekannten Gegenständen leicht zu vage und unsicher wird, so muss man für die Beschreibung der Formen zu einigen Kunstgriffen seine Zuflucht nehmen. Man beschreibt sie theilweise.

1. Zunächst muss man dabei aber die allgemeinen Umriss bestimmen und zwar geschieht das so, dass man alle äussersten Punkte bei einer Flächenform durch eine Linie, bei einer Körperform durch eine Fläche verbunden denkt und diese Linie oder Fläche benennt. So erhalten wir zunächst noch folgende allgemeine Bezeichnungen.



A. Der grösste Querdurchmesser in der Mitte.

a. Etwa 2mal so lang als breit: eirund (*ovalis*) (*a*).

b. 3mal so lang als breit und drüber: länglich (*oblongus*) (*b*).

B. Der grösste Querdurchmesser im untern Drittheil.

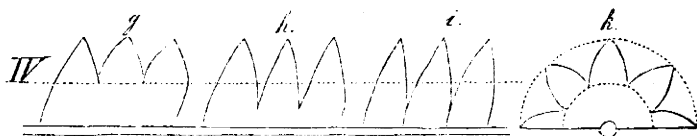
a. 2mal so lang als breit: eiförmig (*ovatus*) (*c*) oder wenn der grösste Querdurchmesser im obern Drittheil liegt: verkehrt eiförmig (*obovatus*).

b. 3mal so lang als breit und drüber: lanzettlich (*lanceolatus*) (*d*).

C. Breiter als lang, an einem Ende abgerundet am andern vertieft: nierenförmig (*reniformis*) (*e*).

D. Oben ein breiterer Theil, der ziemlich auffallend in ein unteres schmäleres Stück übergeht, bei Körpern: keulenförmig (*clavatus*), bei Flächen: spatelförmig (*spathulatus*) (*f*). —

II. Man giebt ferner die Haupteintheilung dieser Formen an nach folgender Stufenfolge: indem man die Theilung auf eine in Gedanken gezogene Mittellinie oder einen Mittelpunkt bezieht und die Entfernung von dieser Linie oder diesem Punkte bis zum Umfang in 2 Theile theilt.

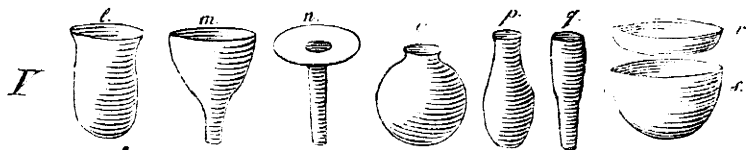


A. Getheilt ungefähr bis auf die Hälfte: gespalten (*fissus*) (*g, k*), die einzelnen Stücke: Lappen (*lobi*).

B. Getheilt bis über die Hälfte: getheilt (*partitus*) (*h*), die einzelnen Stücke: Theile (*partes*).

C. Getheilt bis auf die angenommene Linie oder den Punkt: zerschnitten (*sectus*) (*i*), die einzelnen Stücke: Abschnitte (*segmenta*).

III. Eine Reihe ziemlich bestimmter Ausdrücke hat man endlich noch für die Umrisse hohler Formen, wobei ebenfalls zunächst von der Theilung abgesehen wird. Die Ausdrücke sind Gleichnisse und von selbst verständlich:

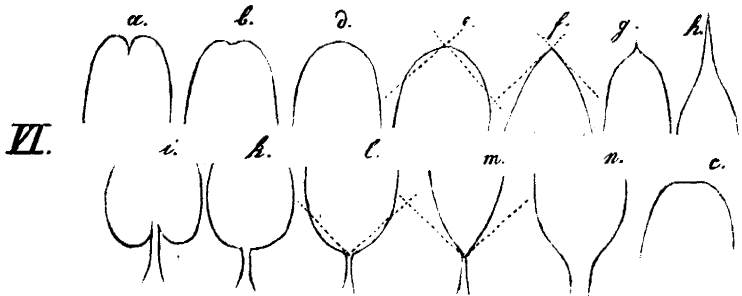


Glockenförmig (*campanulatus*) (*l*), trichterförmig (*infundibuliformis*) (*m*), präsentirtellerförmig (*hypocrateriformis**) (*n*), krugförmig (*urecolatus*) (*o*), flaschenförmig (*lagenaeformis*) (*p*), röhrenförmig (*tubuliformis*) (*q*), becherförmig (*cupuliformis*) (*r*), tellerförmig (*patellaeformis*) (*s*). — Bei allen diesen Formen, wo ein solcher Unterschied anwendbar ist, heisst der untere mehr cylindrische Theil: Röhre (*tubus*), der obere mehr ausgebreitete: der Saum (*limbus*) und die Grenze beider: Rachen (*fauz*).

*) Dieser Ausdruck ist nur für den deutlich, der auf alten Gemälden oder in

§. 71.

Zu weiterer Beschreibung der Formen betrachtet man sodann Grund und Spitze besonders. Die Region, mit welcher eine Form befestigt ist, z. B. ein Blatt an einem Stiel, nennt man: Grund (*basis*), das entgegengesetzte freie Ende: Spitze (*apex*). Für beide haben wir besondere Bezeichnungen.



I. A. Spitze mit einspringendem Winkel und dieser 1) spitz: ausgeschnitten (*excisus*) (a), 2) abgerundet: ausgerandet (*emarginatus*) (b).

B. Spitze gerade abgestumpft: gestutzt (*truncatus*) (c), rundlich-abgestumpft: abgerundet (*rotundatus*) (d).

C. Spitze in einen Winkel mit convexen Schenkeln auslaufend 1) in einen rechten Winkel und drüber: stumpf (*obtusus*) (e), 2) unter einem rechten Winkel: spitz (*acutus*) (f).

D. Spitze in einen Winkel mit concaven Schenkeln auslaufend 1) plötzlich und kurz gespitzt: stachelspitzig (*mucronatus*) (g), 2) allmähig und langgespitzt: zugespitzt: (*acuminatus*) (h).

II. A. Grund mit einspringendem Winkel 1) spitz: herzförmig (*cordata*) (i), 2) abgerundet: nierenförmig (*reniformis*).

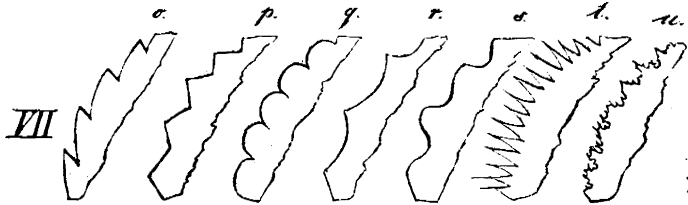
B. Grund rundlich abgestumpft: abgerundet (*rotundata*) (k).

C. Grund in einen Winkel mit convexen Schenkeln auslaufend 1) in einen rechten Winkel und drüber: stumpf (*obtusata*) (l), 2) unter einem rechten Winkel: spitz (*acuta*) (m).

D. Grund in einen Winkel mit concaven Schenkeln auslaufend: verschmälert (*attenuata*) (n).

alten Sammlungen die mittelalterliche Form der Teller hat kennen lernen, auf welche man Weingläser stellte.

Alle diese Ausdrücke gelten für Körperformen ebenso wie für Flächenformen. Nur bei den Letztern kann von einem Rande (*margo*) die Rede seyn und nur bei diesen sind daher auch die folgenden Ausdrücke, welche sich auf leichtere Unregelmässigkeiten des Randes beziehen, anwendbar.



A. Die vorspringenden und einspringenden Winkel spitz,

a) die Schenkel ungleich: sägezahnig (*serratus*), (*o*).

b) Die Schenkel gleich: gezähnt (*dentatus*) (*p*). Die einzelnen Vorsprünge in beiden Fällen: Zähne (*dentes*).

B. Die vorspringenden Spitzen abgerundet, die einspringenden Winkel spitz: gekerbt (*crenatus*) (*q*), die einzelnen Vorsprünge: Kerbzähne (*crenaturae*).

C. Die vorspringenden Winkel spitz, die einspringenden abgerundet: ausgeschweifft (*repandus*) (*r*), die einzelnen Vorsprünge: Zähne (*dentes*).

D. Vor- und einspringende Winkel abgerundet: buchtig (*sinuatus*) (*s*), die einzelnen Theile: Läppchen (*lobuli*).

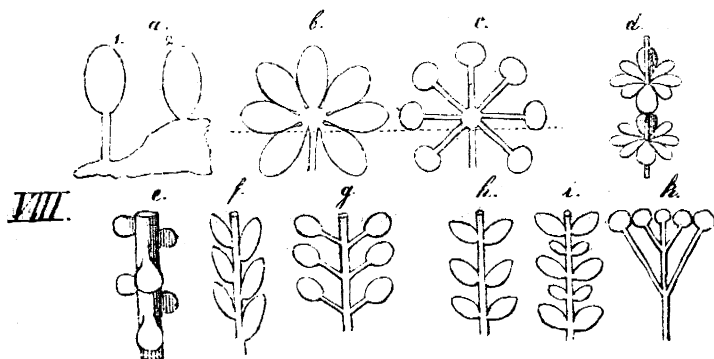
E. Vor- und einspringende Winkel sehr spitz, die Theilchen ganz schmal und lang: gewimpert (*ciliatus*) (*t*), die einzelnen Theilchen: Wimpern (*ciliae*).

F. Vor- und einspringende Winkel und die Läppchen ganz unregelmässig klein und dicht: ausgefressen (*erosus*) (*u*).

§. 72.

Die einfachen Grundgestalten können wieder zusammentreten, indem sie sich nach den drei Dimensionen des Raums unter einander verbinden, woraus eine unendliche Mannigfaltigkeit der combinirten Gestalten hervorgeht, für deren wenigste wir anschauliche Bezeichnungen haben (wie z. B. linienförmige Aneinanderreihung kugeligter Formen, Schleiden's Grundriss.

moniliformes, rosenkranzförmig). Ein kugelig oder flächenförmiger Theil, dessen Grund durch einen linienförmigen Theil (*stipes*) mit einem andern verbunden ist, heisst: gestielt (*pars stipitata*) ($a,^1$), ist er unmittelbar mit einem andern verbunden, so heisst er sitzend (*sessilis*) ($a,^2$). Die wichtigsten Verhältnisse hat man unter folgende Betrachtungsweise zusammengefasst. Man sieht eine einfache Form als den Haupttheil, den Träger der andern an (*axis*), an welchem diese als Glieder oder Anhängsel befestigt sind (*articuli, partes appendiculares vel laterales*). Zunächst unterscheidet man dann nach der Form der Axe, ob sie in die Länge gestreckt ist oder nicht, dann nach der Form der Seitentheile, ob sie gestielt sind; ferner nach der Anordnung der Seitentheile an der Axe, endlich nach ihrer verschiedenen relativen Grösse. So erhalten wir folgendes Schema:



A. Axe kugelig, oder doch verkürzt.

A. Alle Seitentheile in einer Fläche liegend (*b, c*): handförmige oder fingerförmige Theile (*partes palmatae, digitatae*).

B. Allseitig an der Axe.

I. Ungestielte Seitentheile: Theile in Köpfchen (*p. capitatae*) ($b^*)$).

II. Gestielte Seitentheile: Dolden (*p. umbellatae*) (*c*).

B. Axe langgestreckt.

A. Seitentheile von unten nach oben gleich lang.

^{*)} Am Ende einer langgestreckten Axe auch wohl schopfförmige Theile (*p. comosae*).

I. Nach allen Seiten gerichtet.**a. Mehrere fast auf gleicher Höhe.**

α. Oftmals in der Länge der Axe: Wirtel, Quirle (*p. verticillatae*) (*d*).

β. Am Grunde der Axe: rosettenförmige Theile (*p. rosulatae*).

b. Alle auf verschiedenen Höhen: zerstreute, spirale Theile (*p. sparsae, spiraliter positae*) (*e*).

α. Ungestielte Seitentheile: ährenförmige Theile (*p. spicatae*) (*f*).

β. Gestielte Seitentheile: traubenförmige Theile (*p. racemosae*) (*g*).

II. In einer Fläche liegend.**a. Nur an einer Seite der Axe: einseitige Theile** (*p. secundae*).**b. An zwei Seiten der Axe.**

α. Alle gleich lang: gefiederte Theile (*p. pinnatae*) (*h*).

β. Abwechselnd länger und kürzer: unterbrochen gefiederte Theile (*p. interrupte pinnatae*) (*i*).

B. Die Seitentheile von unten nach oben allmähig an Länge abnehmend, so dass die Spitzen derselben in einer Ebene liegen: gegipfelte Theile, Doldentrauben (*p. fastigiatae, corymbi*) (*k*)*).

§. 73.

Sobald die Combinationen verwickelter oder die Gestalten unbestimmter werden, bleibt uns nur übrig jene Ausdrücke zu combiniren, oder ganz unbestimmte Gleichnisse zu wählen: so sagen wir handförmig gespaltene Theile (*p. palmatifidae*), doppelt gefiederte Theile (*p. bipinnatae*) u. s. w., oder wir bezeichnen Gestalten als Helm, Capuze, Sporn u. s. w., Ausdrücke, die sich fast alle nur für einzelne ganz bestimmte Formenkreise deutlich machen lassen und daher nur der speciellen Botanik angehören.

Endlich für kleine Unebenheiten der Fläche hat man eine grosse Menge verschiedener Ausdrücke, die ebenfalls bildlich meistens gar keine

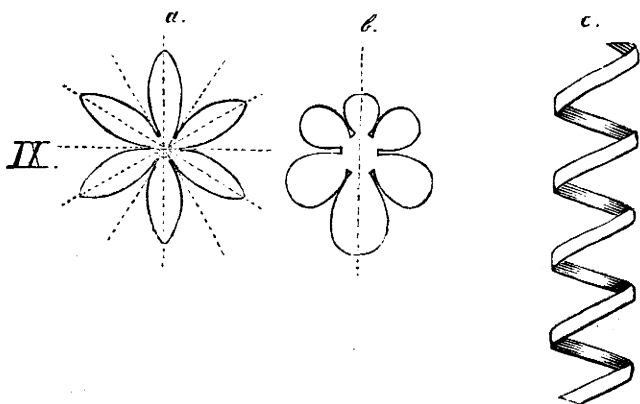
*) Mehrere Doldentrauben zusammengesetzt, nennt man auch wohl eine Trugdolde (*cyma*).

wissenschaftliche Schärfe zulassen, *aciculatus*, wie mit einer Nadel geritzt, *rimosus*, rissig, *sulcatus*, *punctatus*, *scrobiculatus*, *granulosus*, *verrucosus* etc., auch muss man die verschiedenen Bezeichnungen für behaarte Flächen hierher rechnen, z. B. *arachnoideus*, *lanuginosus*, *tomentosus*, *pubescens*, *pilosus*, *setosus*, *strigosus* etc. Wissenschaftliche Genauigkeit kann hier nur durch genauere Beschreibung der betreffenden Theilchen und insbesondere durch Charakterisirung ihrer morphologischen oder anatomischen Bedeutung erreicht werden.

§. 74.

Bei allen Pflanzen, mit Ausnahme der wenigen nur aus einer Zelle bestehenden, beruht die Form auf der Zusammensetzung aus Zellen. Hier sind zwei Punkte für die Bildung der Formen wesentlich, nämlich die Anordnung der neu entstehenden Zellen und die verschiedene Ausdehnung der entstandenen. Für jede einzelne Pflanzenart, für jedes einzelne Organ sind beide Momente specifisch gesetzmässig, für die Pflanze im Allgemeinen völlig zufällig. Die Ausdehnung einer Pflanze oder eines Pflanzentheils nach einer, zwei oder drei Dimensionen des Raums kann sowohl auf der Anordnung der entstehenden Zellen, als auf der verschiedenen Ausdehnung der entstandenen, als auch auf beiden Momenten zugleich beruhen.

§. 75.



Regelmässige mathematische Formen kommen bei der Pflanze niemals vor, etwa mit Ausnahme der Kugelform der einzelnen Zelle. Re-

gelmässig nennt man aber bei der Pflanze solche Formen, die sich mit vielen Schnitten durch eine angenommene Axe in zwei gleiche Theile theilen lassen (*a*), symmetrisch dagegen solche, die nur durch einen einzigen Schnitt in zwei gleiche Theile, die sich dann wie rechte und linke Hand verhalten, getheilt werden können (*b*).

§. 76.

Eine bei der Pflanze sehr häufige und, wie es scheint, ihr vorzugsweise eigenthümliche Form ist die Erscheinung einer Spirale (*c*), am häufigsten und gesetzmässigsten im Lebensprocess der einzelnen Zelle als Verdickungsschicht auftretend (vergl. oben §. 18.), ferner in der Anordnung des Chlorophylls bei *Spirogyra*, *Chara*; sodann in der spiralförmigen Stellung der knotigen Verdickungen der Zellenwand (§. 17.), in der sehr häufig deutlichen spiralförmigen Anordnung appendiculärer Theile um eine Axe, endlich in der spiralförmigen Drehung langgestreckter Theile, z. B. der Ranken und Schlingpflanzen.

§. 77.

Allgemeine Zahlengesetze für die Pflanze kennen wir bis jetzt noch nicht. Andeutungen dazu mögen darin liegen, dass sich überwiegend häufig in einer Mutterzelle zwei oder vier oder acht Brutzellen bilden, z. B. bei *Tetraspora*, bei den Sporen der Octosporidien, der Moose, beim Pollen der Phanerogamen. Auch gehört vielleicht das häufig regelmässige Vorkommen von bestimmten Zahlen in den Quirlen hierher, so wie das Hervortreten der Dreizahl in den Blüthentheilen der Monokotyledonen, der Fünfszahl bei den Dikotyledonen.

Zweites Capitel.

Specielle Morphologie.

§. 78.

Die Grundlage für alle specielle botanische Morphologie ist die Entwicklungsgeschichte, nach ihr müssen wir daher auch unsere allgemei-

nen Eintheilungen wählen. Jede Pflanze entsteht aus einer Zelle, und der erste Unterschied unter den Zellen, der die Form der Entwicklung bedingen kann, ist der, ob diese Zellen frühzeitig isolirt als selbstständige Zellen auftreten, oder ob sie noch längere Zeit bis zu ihrer spätern Entwicklung nur als Theile des mütterlichen Organismus, als Brutzellen in einer Mütterzelle, verharren. Im letzten Falle sind die Fortpflanzungszellen von einer Mutterzelle (*sporangium*) eingeschlossen, im erstern Falle aber frei in einer Höhlung gewisser Zellgewebsportionen (Sporenfrucht, Antherenfach) enthalten, und danach theile ich die Pflanzen in Verhülltsporige (*angiosporae*) und Nacktsporige (*gymnosporae*). Die nächste Verschiedenheit, die man findet, trifft dann die Art und Weise, wie sich die Spore entwickelt, ob unter Einfluss anderer Zellen der Mutterpflanze oder nicht. Wir finden, dass dieses uns wieder für die *Gymnosporen* einen Eintheilungsgrund an die Hand giebt. Die Fortpflanzungszelle entwickelt sich frei zur neuen Pflanze; Ungeschlechtige (*Pl. agamicae*, diese und die Angiosporen zusammen heissen seit Linné *Cryptogamae*), oder sie bedarf zur Entwicklung der vorläufigen Umhüllung und des materiellen Einflusses von gewissen Zellen der Mutterpflanze, Geschlechtspflanzen (*Pl. gamicae*). Endlich kann bei diesen letzten noch wieder der Unterschied eintreten, dass sich beide verschiedenartige Zellen oder Zellenmassen von der Mutterpflanze trennen und erst später zusammentreten, Pflanzen ohne bestimmten Vereinigungsort der Geschlechter (*Pl. athalamicae*), oder dass die Fortpflanzungszelle an einem bestimmten Orte der Mutterpflanze aufgenommen wird und sich dort eine Zeitlang entwickelt, ehe sie sich von der Mutterpflanze trennt, Pflanzen mit bestimmtem Vereinigungsort der Geschlechter (*Pl. thalamicae* oder *Phanerogamae*).

Erster Abschnitt.

Die Angiosporen.

§. 79.

Die Pflanzen entwickeln sich aus einer nackten oder bei den Flechten und Pilzen zuweilen umhüllten und doppelten Zelle zu so mannigfachen und unbestimmten Gestalten, dass kein allgemeines Merkmal für ihre Theile sich angeben lässt. Sie entbehren daher aller Organe. Bei den weniger

einfachen sind es nur bestimmte Zellentheile, Zellen oder Zellengruppen, die in einer scharf zu charakterisirenden constanten Form und Anordnung vorzugsweise der Bildung neuer Fortpflanzungszellen dienen und daher als Organ betrachtet werden können. Die einzelne oder mehrfache sich zum neuen Individuum entwickelnde Zelle nenne ich Spore (*spora*), die als Mutterzelle dieselbe bildende und zunächst umhüllende Zelle Sporenhülle (*sporangium*) und mehrere in einer bestimmten Form zusammentretende Sporenhüllen nebst dem dieselben umschliessenden he-sondern Theile der Pflanze eine Sporenfrucht (*sporocarpium*). Auch nehmen zuweilen einzelne Zellen oder Zellengruppen die Form von Fasern oder Scheibchen an, um die Pflanze an ihre Unterlage zu befestigen (Haltorgane, *rhizinae*). Man hat diese Pflanzen vorläufig in drei Gruppen vertheilt, deren Grenzen noch sehr schwankend sind. Das beste Merkmal ist vielleicht vom Standort und der Sporenbildung herzunehmen, so dass man allein im Wasser wachsende (*Pl. aquaticae*) Algen (*Alg*ae), auf jeder möglichen Unterlage in der Luft wachsende (*Pl. aëreae* unterscheidet und diese, je nachdem sie ihre Sporen einzeln in einer Ausstülpung der Sporenhülle bilden und mit dieser abwerfen, oder dieselbe zu mehreren in einer später sich öffnenden Sporenhülle entwickeln, als Pilze (*Fungi*) und Flechten (*Lichenes*) bezeichnet.

I. Algen (Algae.)

§. 80.

Die Fortpflanzungszelle (Spore) ist in seltenen Fällen zugleich die ganze Pflanze (*Protococcus etc.*) Gewöhnlicher dehnt sie sich bei ihrer Entwicklung zu einer längern fadenförmigen, oft verästelten Zelle aus (*Vaucheria*), oder bildet auf eine noch unbekannte Weise viele andere Zellen, die sich mannigfach anordnen, und stellt so die Pflanze (*frons Autor.*), dar.

Die einfachsten Formen zeigen geschlängelte (*Undina*) oder gerade, hin und wieder mit Quirlen von Seitenästen besetzte Reihen kugelförmiger Zellen (*Batrachospermum*); bei anderen bilden sich die Zellen in längere oder kürzere zu Fäden aneinandergereihte Cylinder um. Diese Fäden bleiben einfach, oder verästeln sich auf mannigfache Weise selbst

zu einem geschlossenen Netze (*Conservaceae*). Gewöhnlich sondern diese Pflanzen eine bestimmt geformte Gallertschicht ab, die bei den Nostochineen die Form der ganzen Pflanze bestimmt, bei den *Conservaceen* nur einen hautartigen Ueberzug der einzelnen Fäden bildet (Kupfertafel I. fig. 7). Die meisten schwimmen frei im Wasser, bei einigen wenigen aber bildet die Spore bei ihrer Entwicklung einen fadenartigen Fortsatz, am Ende in eine kleine Scheibe ausgedehnt, welche sich an irgend einen Körper anheftet (Haftorgane, *rhizinae*), z. B. *Polysperma glomerata*.

Bei noch anderen ordnen sich die aus der Spore sich entwickelnden Zellen zu einer grösseren Fläche an (*Uloaceae*), die zuweilen an einem Ende zu einer kleinen sich anheftenden Scheibe anschwillt, zuweilensich als hohler Cylinder darstellt (*Solenia Ag.*).

Endlich bei den complicirtesten Formen bildet der von der Fortpflanzungszelle ausgehende Zellenbildungsprocess aus körperförmig aneinander gelagerten Zellen bestehende Gestalten, diese sind wieder fadenförmig (*Scitosiphon Ag.*), bandförmig (*Laminaria Lam.*), blattförmig (*Delesseria Lam.*) einfach oder auf mannigfache Weise zertheilt, oder abwechselnd in scheinbarer Ordnung fadenförmig und blattförmig entwickelt (*Sargassum*). Meist sind die Pflanzen durch ein scheibenförmiges Haftorgan irgendwo befestigt. Zuweilen zeigen sie an bestimmten Stellen blasenartige Aufreibungen (*Fucus nodosus*) oder gestielte Blasen (*Sargassum*).

§. 81.

Bei den einfachsten Algen ist die Pflanze selbst Mutterzelle (*sporangium*) für die Sporen (*Protococcus*). Bei den fadenförmigen Vaucherien schwillt ein Theil der Zelle kugelig zu einem Sporangium an. Bei den aus mehreren Zellen gebildeten ist es eine einzelne Zelle, welche, zuweilen kugelig anschwellend, das Sporangium bildet (*Oedogonium vesicatum*). Von den meisten wissen wir noch wenig über die Sporenbildung. Bei den zusammengesetzteren Florideen kommen, wie es scheint, zweierlei Arten von Sporen auf verschiedenen Individuen vor. Die Einen in grösserer Menge in einer Sporenfrucht eingeschlossen (*Kützinger's* Kapselfrucht) bilden sich auf noch unbekannte Weise, die Andern (*Kützinger's* Vierlingsfrüchte) bilden sich nach *Nägeli* ganz wie die Pollenkörner der

höhern Pflanzen in einer Mutterzelle (*sporangium*), welche zuweilen später resorbirt wird*). Die verschiedenen Formen der Früchte sind oft zerstreut, oft gehäuft, oft auf besonders geformten Lappen der Pflanze (*receptaculum*) vereinigt.

§. 82.

Die Algen bestehen sämmtlich aus sehr wenig entwickelten Zellen, welche meist noch gallertartige Wände haben; bei den Fucoideen und Florideen zeigen sich im Innern länger gestreckte oder weitere Zellen, die durch deutliche Porencanäle die Gegenwart von Verdickungsschichten andeuten, so dass nicht selten das Lumen der Zelle höchst zierlich verästelt erscheint. Diese Zellen sind oft aufs regelmässigste angeordnet. Besonders entwickelt ist bei den meisten Algen der zarte schleimige Ueberzug der innern Fläche der Zellenwand und in ihm finden häufig Bewegungen zarter Saftströmchen Statt, so namentlich bei den *Spirogyra*-arten. Das Chlorophyll kommt oft als Ueberzug der Zellenwand vor zuweilen in spiraligen Bändern mit gezackten Rändern, der körnige Inhalt der Zellen (Stärke) ist gewöhnlich sehr grobkörnig. Bei den zusammengesetzteren Arten kann man kleineres dichter gedrängtes Zellgewebe als Rinde (*cortex*) vom grosszelligern lockerern als Mark (*medulla*) unterscheiden. Die Blasen enthalten sehr lockeres schwammförmiges Zellgewebe. Alle Algen haben eine bald deutlicher bald weniger deutlich hervortretende Absonderungsschicht einer gelatinösen formlosen Substanz auf ihrer ganzen Oberfläche.

II. Pilze. (Fungi).

§. 83.

Die Spore dehnt sich nach mehreren Seiten zu einem meist flockigen, aus fadenförmigen, meist sehr vergänglichen Zellen bestehenden Geflecht (*mycelium*, *stroma*, *floci*, *thallus*), der eigentlichen Pflanze, aus, welche durchaus keine andern Organe, als die Fortpflanzungsor-

*) So behauptet wenigstens Nägeli a. a. O., während Decaisne (*Archives du Mus. d'hist. nat. Tome 2. Plantes de l'Arabie heureuse* pag. 112) bestimmt das Gegentheil versichert.

gane unterscheiden lässt. Bei der Vergänglichkeit dieses Theils pflegt man gewöhnlich die auffallenderen und oft dauerhafteren Fortpflanzungsorgane für die ganze Pflanze anzusprechen.

§. 84.

Die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane ist sehr verschieden, bei den wenigsten noch vollständig beobachtet.

Die einfachsten (Hyphomyceten, Fadenpilze) bilden am Ende der fadenförmigen Zellen schmälere Fortsätze, in deren jedem sich eine Spore (*spora*) entwickelt, die sich zuletzt abschnürt und also eine doppelte Haut hat, die Sporenzelle selbst und den aus der Mutterzelle entstandenen Ueberzug (*sporangium*), z. B. *Penicillium*, *Botrytis*. Bei andern bilden die fadenförmigen Zellen eine kugelige Anschwellung am Ende, aus welchem eine grosse Anzahl solcher Fortsätze, in deren jedem sich eine Spore bildet, hervortreten, das Ganze bildet dann eine zertheilte Sporenhülle (*sporangium*) z. B. *Mucor*, *Penicillium* (?).

Bei Andern (Gasteromyceten, Bauchpilze) treten die fadenförmigen Zellen zu gestielten oder ungestielten, sehr verschiedenartig gestalteten Sporenfrüchten zusammen, in oder an denen sich Sporen finden, von deren Entwicklung wir nichts wissen. Nach dem Ausstreuen der Sporen bleiben dann die fadenförmigen Zellen oft als zarte Wolle (bei den *Trichiaceae*) oder als zierliches Netzwerk (*capillitium*), z. B. bei *Stemonitis*, *Cribraria*, zurück und die äussere gewöhnlich aus verfilzten Fadenzellen gebildete Hülle (*Uterus*, *Peridium*) wird aufgelöst oder springt auf verschiedene Weise regelmässig auf, z. B. bei *Arcyria*, *Geastrum*.

Bei den höchst entwickelten Pilzen (Hymenomyceten, Hautpilze) treten längliche, schlauchartige Zellen (wahrscheinlich nur die Enden der zur Sporenfrucht verfilzten fadenförmigen Pilzzellen oder doch von den Enden dieser Zellen gebildete Zellen) durch seitliches Aneinanderlegen zu einer Membran zusammen (*hymenium*). Von den Zellen dieser Membran vergrössern sich einige bedeutend (*sporangia*) und treiben an ihrem freien Ende eine bis sechs Spitzen hervor, in deren jeder eine Spore gebildet wird. Die fadenförmigen Zellen des Pilzes bilden dann entweder rings geschlossene rundliche Massen (Sporenfrüchte) mit Höhlungen im Innern, deren Wände mit dem Hymenium überzogen sind, oder sie

bilden bestimmt geordnete Säulchen (bei *Merisma*), Röhren (bei *Polyporus*) oder Lamellen (bei *Daedalea*, *Agaricus*), welche vom Hymenium bekleidet werden (die *Hymenomyces*). Von den letzten kennen wir nur die Entwicklungsgeschichte der Hutzpilze etwas genauer und zwar insbesondere der Agaricineen. Bei diesen letzteren bilden sich an bestimmten Stellen des flockigen Myceliums kleine hohle Knöpfchen (*volva*), in dem Grunde der Höhle wächst ein kleiner Körper hervor, unten kurz gestielt, nach oben kugelig angeschwollen. In dem untern Theil der Anschwellung bildet sich eine horizontal-kreisförmige Höhle, an deren Decke die das Hymenium tragenden Röhren, Lamellen u. s. w. befestigt sind. Den Boden der Höhle bildet nur eine Haut (*indusium*), welche bei weiterer Entwicklung vom Stiel abreißt, oder vom Stiel (*stipes*) und obern Theil zugleich sich lösend als ein häutiger Ring (*annulus*) am Stiel zurückbleibt. Der obere Theil, der auf seiner untern Fläche das Hymenium trägt, breitet sich später aus und erscheint schirmähnlich als Hut (*pileus*). Das Ganze durchbricht dabei die *volva*, die meist schnell aufgelöst wird.

§. 85.

Fadenförmige Zellen und das Filzgewebe bilden fast allein die Grundlage der Pilze. Die Natur der Zellen variirt aber von einer leicht zerfließlichen, und beim Anfühlen fettartigen Weiche bis zur derbsten holzartigen Härte wie beim Feuerschwamm. Spiralige Bildungen scheinen nicht vorzukommen. Einige *Agarici* enthalten einen Milchsafte, der bei *Ag. deliciosus* wenigstens bestimmt in kleinen Gruppen parenchymatischer Zellen enthalten ist.

III. Flechten (Lichenes).

§. 86.

Während die Pilze ihre Sporen einzeln in einem fadenförmigen Fortsatz der Mutterzelle bilden und durch Abschnürung trennen, entwickeln die Flechten mehrere Sporen zugleich (ein Vielfaches von zwei) im Inneren einer grösseren Mutterzelle. Hierdurch gewinnt man eine scharfe Grenze zwischen beiden Gruppen.

§. 87.

Die Flechtensporen entwickeln auf noch unbekannte Weise meist rundliche Zellen, die sich auf dem unterliegenden Boden flach ausbreiten (*prothallus*), allmählig bilden sich auf diesem grössere kugelförmige Zellen, die an der obern und untern Fläche enger vereinigt, an der untern ein wenig vertical gestreckt eine Pflanze (*thallus* Aut.) von krustenartigem Ansehen (*thallus crustaceus*) bilden, deren Umrisse gewöhnlich sehr unregelmässig und von äusseren Zufälligkeiten abhängig erscheinen.

Bei anderen Formen entwickelt sich zwischen oberer und unterer Schicht das Flechtengewebe, und dann nimmt die Pflanze bestimmtere und selbstständigere, lappige Formen an (*thallus foliaceus*), deren Umrisse im Allgemeinen kreisförmig sind. Oft trennen sich hier von der untern Fläche unregelmässige Bündel von Filzgewebe und dienen als Haftfasern (*rhizinae*). Meistens ist der *Thallus foliaceus* an die Unterlage mehr oder weniger angedrückt, zuweilen nur im Mittelpunkt mit einer kleinen Haftscheibe befestigt (z. B. bei *Umbilicaria*); zuweilen erhebt er sich frei und erscheint dann in flachen verästelten Formen, die sich aber stets von der folgenden Form durch die Ungleichheit beider Flächen unterscheiden lassen.

Bei den höchsten Formen endlich erhebt sich die Zellenmasse und bildet vielfach verästelte Bänder, oder dickere oder dünnere Fäden. (*thallus fruticosus*).

§. 88.

Bei der angenommenen Begrenzung dieser Familie ist die Entwicklung der Spore sehr einförmig. An ganz unbestimmten Stellen in der Substanz der Pflanze bildet sich eine halbkugelige, rinnenförmige, oder mehr oder weniger kugelig oder cylindrisch geschlossene Schicht zartwandiger, dichtgedrängter, rundlicher Zellen, die zuweilen besonders gefärbt erscheinen, z. B. *Lecidea sanguinea* (wenn sie um die ausgebildete Sporenfrucht einen Rand bilden, *excipulum proprium* genannt), und auf der innern Fläche derselben eine zweite aus dünnen fadenförmigen auf die vorige Schicht senkrecht gestellten Zellen (*paraphyses*, Saftfäden Aut.) zusammengesetzt (*lamina prolifera* Aut.). Zwischen diese letztern wachsen allmählig einzelne weitere, elliptische, zartwan-

wandige Zellen hinein (*sporangia*, *thecae*, *asci* *Aut.*), die sich früh mit einem schleimigen Inhalt füllen. In diesem entwickeln sich Zellenkerne, auf ihnen Zellen, die dann die einfachen Sporen bilden, oder es entwickeln sich in diesen abermals zwei oder mehrere Zellenkerne, darauf Zellen und so bilden sich die Doppelsporen. Während der Sporenbildung tritt die ganze Sporenfrucht allmählig der Oberfläche der Pflanze näher, immer von einer Substanz bedeckt, deren Gewebe schwer zu erkennen ist, aber theils Product der Paraphysen zu seyn scheint und oft als schwarze feinkörnige Masse auftritt (so besonders bei den Pyrenomyceten und Pyrenothalamen), theils bei den sich später ausbreitenden Früchten aus einer dünnen früher oder später zerreißen- den Lamelle der Rindenschicht des Thallus besteht. In dem geschlossenen Zustand verharrend (als *nucleus*) bildet sie die Frucht der Pyrenomyceten und *Pyrenothalami* (*sporangia angiospora nucleo praedita Meyer*). Bei andern bricht sie durch die Oberfläche hervor, breitet sich mehr oder weniger linien-, becher- oder scheibenförmig aus (*apothecium*; *patella*, wenn kreisförmig; *lirella*, wenn linienförmig; *sporocarpia angiospora laminam gerentia Meyer*). Dabei hebt sie zuweilen einen Theil der obern Fläche der Pflanze mit in die Höhe, der dann als Rand erscheint (*margo thallodes*, *excipulum thallodes*), zuweilen wächst dieser Theil noch stärker aus und erhebt die Sporenfrucht auf einem längeren oder kürzeren Stielchen (*podetium*). Bei den meisten Flechten bleiben die Sporangien lange geschlossen, bei einigen reissen sie sehr früh auf und dann liegen die Sporen frei auf der Sporenfrucht (*sporocarpia gymnospora*, *Meyer*, *coniothalami*).

§. 89.

Der anatomische Bau der Flechten ist im Ganzen sehr einfach. Die complicirtesten, z. B. *Borreria ciliaris*, bestehen aus einer dreifachen Schicht. Die Hauptmasse wird von Flechtengewebe gebildet: langen, dünnen, dünnen, meist gabelig verästelten und ziemlich locker verfilzten Zellen (Medullarschicht), die sich an der obern Fläche nach Aussen biegen, hier allmählig in kürzere, enger an einandergeschlossene, durch viel Intercellularsubstanz eng verbundene und oft als gesondert schwer oder gar nicht zu erkennende Zellen (Corticalschicht) übergehen. An der Grenze zwischen beiden liegen grössere oder kleinere

Gruppen rundlicher Chlorophyll führender Zellen, die meist einen deutlichen Cytoblasten zeigen. Von der Farbe des Chlorophylls, ob gelblich (bei *Parmelia parietina*), bräunlich (bei *P. stygia*), reingrün (bei *Borrera ciliaris*) u. s. w. hängt die Farbe der Pflanze im feuchten Zustande ab, indem dann die Rindenschicht gallertartig durchsichtig ist. Im trockenen Zustande wird die Farbe je nach der Dicke der Rindenschicht mehr oder weniger durch Grau verdeckt. Denkt man sich zwei Flechten von dem oben geschilderten Bau mit der untern Seite zusammengelegt, so erhält man den Bau der bandartigen aufrechten Flechten, z. B. *Cetraria*, von denen die fadenförmigen Usneen und Alectorien nur die schmälsten Formen sind. Die Sporangien sind bei allen Flechten, mit Ausnahme der von den Pilzen hierher gezogenen Pflanzen, aus einer durch Iod blau werdenden Substanz (Stärkemehl?) gebildet. Bei *Cetraria islandica* werden die Zellen und die Intercellularsubstanz der Rindenschicht durch Iod blau gefärbt (Moosstärke). Bei den Flechten mit krustenförmigem Thallus fehlt mehr oder weniger das Flechtengewebe und wird durch wenig gestreckte, meist auf die Unterlage senkrecht gestellte, mehr gallertartige Zellen ersetzt. Bei den Pyrenomyceten findet man dünnwandige, dichtgeschlossene polygone Zellen, z. B. *Sphaeria fragiformis*; bei den Helvellaceen ein lockeres, weiches Filzgewebe. Die Gallertflechten endlich bestehen aus geschlängelten Fäden, die aus kugelligen, Chlorophyll führenden Zellen zusammengesetzt in eine weiche Intercellulargallerte eingesenkt sind, so dass man sie anatomisch von den *Undina*-arten durchaus nicht unterscheiden kann.

A n h a n g.

Charen (Characeae).

§. 90.

Die kleine Gruppe der Charen, aus den beiden nur anatomisch zu trennenden Geschlechtern *Chara* und *Nitella* bestehend, ist bis jetzt schwer irgendwo unterzubringen. Vielleicht klären uns spätere Untersuchungen oder Entdeckungen noch über ihre eigentliche Verwandtschaft auf. Unsere jetzige Kenntniss stellt sie auf jeden Fall weit von den Al-

gen, und eben so weit von den Geschlechtspflanzen. Ob sie aber den Gymnosporen oder den Angiosporen angehören, ist zur Zeit noch nicht auszumachen.

§. 91.

Die von anderen Zellen umschlossene Sporenzelle dehnt sich an einer bestimmten Stelle aus, tritt aus ihrer Hülle hervor und entwickelt sich dann nach zwei Seiten, nach unten in einen oder einige fadenförmige Haftfäden, nach oben in einen längeren oder kürzeren Schlauch; aus diesem Ende entwickeln sich neue Zellen, die sich zur Pflanze anordnen. Diese besteht bei *Nitella* aus einzelnen cylindrischen fadenförmig aneinander gereihten Zellen. Da, wo zwei zusammenstossen, bildet sich ein Quirl gleicher, auf gleiche Weise verbundener Zellen (als Seitenäste) und diese tragen, aber nur auf der der Axe zugewendeten Seite, noch kleine oft paarweise gestellte Zellen, die ebenfalls an der Grenze zweier Zellen des Astes inserirt sind. Ganz dieselbe Anordnung ist bei *Chara*, nur mit dem Unterschied, dass hier um die Zellen der Axe und der Seitenäste, gleichsam wie eine Rinde, eine einfache Lage langgestreckter Zellen spiralig umgelagert ist. In den Zellen der *Nitella* und in den Rindenzellen der *Chara* liegen die Chlorophyllkörnchen in Reihen, die spiralig um die Axe der Zelle laufen.

§. 92.

An den Seitenästen, meist in der Achsel der erwähnten paarweise gestellten Zellen zeigen sich fünf spiralig um eine trübe Masse gewickelte Zellen, deren parallele Endungen ein fünfteiliges Krönchen bilden. Aus jener trüben Masse bildet sich eine grosse Zelle (Spore), die mit grossen Stärkekörnern, Schleim- und Oeltröpfchen erfüllt ist, und eine anfänglich durchsichtige, später grünlich oder roth, endlich schwarz werdende, die Sporenzelle eng umschliessende Substanz. Die fünf umschliessenden Zellen werden während dess entweder knorpelig und bleiben dann bis das Ganze nach der Keimung zerstört wird, oder sie werden gallertartig und dann bald nach Abfallen der Sporenfrucht aufgelöst.

Dicht unter dieser Sporenfrucht zeigt sich meist gleichzeitig auf einer kurzen cylindrischen Zelle aufsitzend eine anfangs einfache kugelige Zelle, aus der sich nach und nach acht Zellen (ob immer acht?)

entwickeln, die sich abplatten und so einen hohlen Raum umschliessen, der, so wie er entsteht, mit einer trüben grumösen Masse erfüllt erscheint. Die acht Zellen dehnen sich in seitlich aneinander gedrängte Strahlen aus, wodurch der ganze Körper an Umfang und Höhlung wächst, während in ihnen selbst auf der innern Wand sich allmählig rothe Körnchen ablagern. Jener trübe Inhalt entwickelt sich unter der Zeit auch zu Zellen und zwar so, dass an dem ausgebildeten Organ von der dasselbe tragenden Zelle aus eine kegelförmige Zelle in die Höhle hineinragt und dass von der Mitte jeder der acht Zellen eine cylindrische Zelle ausgeht. Diese neuen Zellen, in denen sich ebenfalls blasseröthliche Körnchen zeigen, tragen an ihrem freien Ende einige kugelige oder kurz cylindrische Zellen, von denen mehrere lange Fäden aus kurzen Zellen zusammengesetzt ausgehen. Die kugeligen Zellen und die Fäden bilden im Centrum der Höhle einen dichteren Knäuel. In jeder Zelle der Fäden zeigt sich anfänglich eine grumöse Masse, die später verschwindet und einem Spiralfaden mit zwei bis drei Windungen Platz macht, der aus seiner Zelle ausgetreten eigenthümliche Bewegungen zeigt. Man nennt diese räthselhaften Organe bis jetzt ohne allen Grund Antheren.

Zweiter Abschnitt.

Die Gymnosporen.

§. 93.

Die Pflanzen entwickeln sich aus einer gewöhnlich von einer eigenthümlichen Haut umschlossenen Zelle, mit Ausnahme einiger Lebermoose, auf die Weise, dass dieselbe sich in einen längeren oder kürzeren Schlauch ausdehnend mit dem einen Ende an einer bestimmten Stelle aus der Sporenhaut hervortritt, aus welchem Ende sich durch Bildung neuer Zellen allmählig die neue Pflanze gestaltet, während das andere Ende mit der Sporenhaut abstirbt und zerstört wird.

§. 94.

Morphologisch zeigt sich der Hauptgegensatz der Gymnosporen und Angiosporen in der bei jenen auftretenden Bildung von Axe (Stengel,

caulis Auct.) und Blättern (*folia*), von denen die letztern meist allmählig absterbend und neu nachgebildet das eigentlich lebendige Parenchym, der erstere nur eine dieselben verbindende und ihre Ernährung vermittelnde wesentlich langgestreckte Zellenmasse enthält, und dass (mit Ausnahme der noch unvollkommen erforschten Moose und Lebermoose) die Blätter ausschliesslich die Bildung der Fortpflanzungszellen, der Sporen oder Pollenkörner, übernehmen.

§. 95.

In anatomischer Hinsicht zeichnen sich die Gymnosporen wesentlich durch die Bildung von Gefässbündeln im Stengel oder auch in den Blättern aus. Auch steht die individuelle Ausbildung der einzelnen Zelle auf einer bei weitem höheren Stufe, da mit Ausnahme der Moose überall sich die spiraligen Verdickungsschichten deutlich zeigen. Endlich giebt es keine Gruppe, in der nicht einzelne Arten oder Pflanzentheile eine vollkommen ausgebildete Oberhaut mit Spaltöffnungen aufzuweisen hätten.

A. Geschlechtslose Pflanzen (Pl. agamae).

§. 96.

Bei den Agamen haben wir drei Entwicklungsstufen. 1. Die Lebermoose bilden den Uebergang von den Angiosporen zu den Gymnosporen. Die Fortpflanzungszelle entwickelt sich gewöhnlich noch ganz zur neuen Pflanze oder bleibt doch nur theilweise in der äussern Haut zurück und stirbt ab.

2. Bei den Uebrigen entwickelt sich die Fortpflanzungszelle zur Schlauchform, dessen eines Ende in der äusseren Haut der Spore zurückbleibt und mit dem Schlauche später abstirbt, dessen anderes Ende Zellen bildet, die sich zu einer eigenthümlichen Bildung (Vorkeim, *proembryo*) zusammenordnen. An einer Stelle dieses Vorkeims entwickelt sich aus einer dichtern Zellgewebsgruppe eine Stengelanlage und an dieser Blattanlagen, mit einem Worte eine Knospe, die sich dann zur neuen Pflanze entfaltet. Dabei findet aber der wesentliche Unterschied statt, dass a) entweder jene Stengelanlage nur nach oben entwicklungsfähig ist, wurzellose Agamen (die Laub- und Lebermoose), oder b)

sich zugleich nach oben und unten entwickelt, Wurzelagamen (die Uebrigen, *Linné's* Farrenkräuter, mit Ausschluss der Rhizocarpeen).

Bei allen Agamen zeigt sich das merkwürdige Verhältniss, dass das Sporangium bald nach Entwicklung der Sporen, die hier stets in der Vierzahl auftreten, resorbirt wird, so dass die reifen Sporen frei in der Sporenfrucht liegen. Hiedurch unterscheiden sie sich wesentlich von den Angiosporen, während es eine ebenso wesentliche Aehnlichkeit der Sporenfrucht mit der Anthere der Phanerogamen begründet. Man nennt deshalb die Sporangien hier gewöhnlich Mutterzellen.

a. Wurzellose Agamen.

IV. Lebermoose. (Musci hepatici).

§. 97.

Die entwickelte Pflanze hat, wie die Laubmoose, keine eigne Wurzel. Der Stengel zeigt zwei Hauptformen, einmal die gewöhnliche, dem Laubmoosstengel analoge, und dann eine andere, wo er statt linienförmig, vielmehr flächenförmig-bandartig ausgebreitet ist. Der erstere hat immer Blätter, der letztere nur rudimentäre oder gar keine. Der erstere ist selten aufrecht, meist niederliegend. Der letztere (*caulis frondosus*) ist entweder zum Theil fadenförmig entwickelt und erst am Ende flach ausgebreitet, oder ganz und gar flach; in beiden Fällen ist er verschiedenartig und zwar überwiegend oft gabelig getheilt, auch fingerförmig, seltener gefiedert. Bei einem kleinen Theil, z. B. *Riccia fluitans*, *Anthoceros laevis* etc., besteht die ganze Pflanze nur aus ziemlich gleichartigen, flächenförmig aneinander gereihten Zellen, die man weder als Blatt noch als Stengel ansprechen kann. Hier ist die gabelförmige Theilung sehr vorherrschend und das allseitige Fortwachsen von einem Punkt aus giebt den Riccieen zum Theil eine grosse Aehnlichkeit mit den Flechten. Blätter kommen bei allen Lebermoosen wenigstens als Blüthentheile vor, nur bei den zuletzt erwähnten ist es zweifelhaft. Die Blattformen sind sehr mannigfaltig. Mit wenigen Ausnahmen sind die Blätter so gewendet, dass sie in Einer Ebene zu beiden Seiten des Stengels liegen; beim flachen Stengel stehen sie sehr verkümmert nur auf der untern Fläche. Zuweilen sind die Blätter ganz faden-

förmig zerschlitzt, seltner einfach, häufig am Rande mannigfach eingeschnitten, zwei- und mehrlappig. Bei den zweilappigen ist oft ein grösserer und ein kleinerer Lappen (*auricula*) vorhanden und das Blatt in der Trennungslinie beider zusammengefaltet. Häufig hat der Stengel zweierlei Blätter, grössere obere, die zweizeilig gewendet in einer Fläche zu liegen scheinen, und kleinere, in der Form abweichende, die nur an der untern Seite des Stengels stehen (*amphigastria*, *stipulae*). In den Blattachseln bilden sich Knospen und dadurch Verästelungen, die häufig, wie die Blätter in einer Fläche sich ausbreitend, den Stengel fiederförmig erscheinen lassen. Auch bei den Lebermoosen treten einzelne Zellen aus dem Individualitätszusammenhange heraus und bilden sich selbstständig zu neuen Pflanzen fort, indem sie noch in Verbindung mit der Pflanze zu kleinen zelligen Körperchen sich umbilden, oft von einer eigenthümlichen halbmond-, becher- oder flaschenförmigen Erhebung der obern Zellschicht (*conceptaculum*) umgeben (z. B. *Marchantia*).

§. 98.

Im Wesentlichen weichen die Fortpflanzungsorgane der Lebermoose von denen der Laubmoose nicht ab. Nur zeigen sich die Hüllen schärfer als besondere Organe, oder bestimmter von den übrigen Blattorganen geschieden.

A. Eine bestimmte Anzahl von den übrigen von Innen nach Aussen (oder von Unten nach Oben am Stengel) immer mehr der Form nach verschiedenen Blättern, theils noch unverbunden, theils in ihrem untern Theile verwachsen, umschliessen die der Sporenbildung dienenden Organe und bilden so eine Blüthe (*flos*). An ihr kann man häufig einen innersten Kreis wesentlich verschiedener, meist zu einer Becherform verwachsener Blätter als Blüthenhülle (*perianthium*) unterscheiden. Zwischen ihnen und dem Fruchtanfang bildet sich häufig noch ein eignes kelchförmiges Organ (*calyx* Gottsche), das sich zuweilen eigenthümlich ungleich an beiden Seiten nach abwärts entwickelt, so dass die Fruchträger auf dem Grunde eines hängenden Säckchens entspringen. Bei den meisten Lebermoosen stehen diese Blüthen einzeln; bei vielen mit flachem Stengel dagegen sind sie auf bestimmte Weise zusammengruppiert und bilden so einen Blüthenstand (*inflorescentia*). An diesem unterscheidet man dann die Blüthen von dem sie tragenden Stengel, der

Spindel (*rhachis*), an welchem die Blüten stets ein Köpfchen bilden. Das Ende der Spindel ist zuweilen einfach (z. B. *Lunularia*), zuweilen knopfförmig ausgedehnt (z. B. *Grimaldia*), zuweilen schirm- oder scheibenförmig und dann meist gelappt (z. B. *Marchantia*).

B. Die Blüten umschliessen Fruchtanfänge (*germina*), mit sogenannten Saftfäden (*paraphyses*) untermischt. Sie bestehen aus einer Hülle (*calyptra*) und einem Kern (*nucleus*); erstere hat nach Oben ein längeres oder kürzeres, oft an der Spitze trichterförmig verbreitertes Ende.

C. Bei der fernern Entwicklung zerreißt die Hülle allemal oben, und die sich ausbildende Sporenfrucht tritt aus derselben heraus. Nur bei *Anthoceros* wird sie als kleines Mützchen aufgehoben, indem sie unterhalb der Spitze abreißt. Bei den Riccieen bleibt sie geschlossen, da der *nucleus* bei seiner Ausbildung sich gar nicht verlängert. Am *nucleus* selbst kann man nur zwei Zellgewebsportionen unterscheiden, eine untere, die mit Ausnahme der Riccieen zum Träger (*seta*) sich verlängert, und eine obere, die zur kugeligen (z. B. *Jung. pusilla*) bis fadenförmigen (z. B. *Anthoceros*) Sporenfrucht (*sporocarpium*) wird. Das Zellgewebe dieses obern Theils bildet sich wieder verschieden aus. Die äussersten Zellenlagen verdicken sich und bilden die Wand der Sporenfrucht, und zerreißen verschieden von Oben nach Unten. Vom innern Zellgewebe des Kerns bleibt selten ein längeres (z. B. *Anthoceros*) oder kürzeres (z. B. *Pellia epiphylla*) Mittelsäulchen stehen. Meist bildet es sich ganz und gar zu zwei verschiedenen Zellenformen um: Mutterzellen (in denen je vier Sporen sich bilden und mit einer eigenthümlichen Haut überziehen), welche später resorbirt werden; und langgestreckte, spindelförmige Zellen, die ein bis drei Spiralfasern enthalten und bald lose zwischen den Sporen vorkommen (*Fegatella conica*), bald am Mittelsäulchen (z. B. *Pellia epiphylla*), bald am Rande (z. B. *Jung. bicuspidata*), an der Spitze (z. B. *J. pinguis*), oder auf der innern Fläche (z. B. *J. trichophylla*) der Klappen festhaftend erscheinen, seltner wie bei den Riccieen ganz fehlen. Man nennt sie Schleuderer (*elateres*).

D. Die Antheridien, deren Formen und Ausbildung an sich ganz mit denen der Moose übereinstimmen, bestehen aus einem Stiel, der länger oder kürzer ist, oder ganz fehlt, und dem obern stets kugeligen oder eiförmigen Theil. Selten bilden die Blätter eigne Hüllen um dieselben, doch drängen sich oft mehrere Blätter am Ende des Stengels dichter zusammen, in ihren Achseln Antheridien bergend,

und werden dann als Kätzchen (*amentum*) zusammen gefasst. Bei den Lebermoosen mit flachem Stengel sind die Antheridien stets in eine nach Aussen geöffnete Höhlung der Stengelsubstanz aufgenommen (eingesenkt). Bei vielen finden sie sich auf der Fläche unordentlich zerstreut (z. B. *Pellia epiphylla*), bei andern ist es ein bestimmter Theil des Stengels, der sich etwas wie eine Scheibe erhebt, der die Antheridien trägt (z. B. *Fegatella conica*), bei noch andern erhebt sich diese Scheibe schildförmig auf einem Stiel und ist dann oft am Rande gekerbt, gelappt u. s. w. (z. B. *Marchantia polymorpha*).

§. 99.

Der rundliche Stengel der Lebermoose ist ganz ähnlich dem der Moose zusammengesetzt. Die Blätter dagegen bestehen wohl ohne Ausnahme nur aus einer einfachen Zellschicht. Der flache Stengel bietet grössere Mannigfaltigkeit dar; oft besteht er aus einer einfachen dünnwandigen Zellschicht, oder er zeigt in seiner Axe die Elemente des gewöhnlichen Stengels. Das Parenchym daneben ist aus einer bis vielen Zellenlagen gebildet, oft auf der Oberfläche mit einer vollkommenen Oberhaut bedeckt, welche Spaltöffnungen besonderer Art zeigt, nämlich warzenförmig sich erhebende Zellenmassen, die an der Spitze von einem Interzellulargange durchbrochen sind, der in eine Höhle führt, welche von lockeren oft flaschenförmig gestalteten Zellen ausgekleidet ist. Bei *Fegatella* und *Marchantia* sind die Zellen der mittlern Stengelmasse aufs zierlichste porös oder netzförmig verdickt.

Der Stiel der Sporenfrucht besteht hier stets aus zur Zeit der Reife sich wunderbar schnell ausdehnendem, aber auch sehr vergänglichem, zartem Zellgewebe. Die Kapselwand besteht mit wenigen Ausnahmen aus einer Oberhaut (flachen, meist braun gefärbten Zellen) und einer innern Lage von Spiralfaserzellen.

V. Laubmoose (Musci frondosi).

§. 100.

Die Sporenzelle dehnt sich aus, tritt so aus ihrer zerreissenden Hülle hervor, und indem sich an dem freien Ende neue Zellen erzeugen,

bildet sich ein Geflecht von Fäden aus linienförmig aneinander gereihten cylindrischen Zellen (der Vorkeim, Proembryo). An einem Punkte ziehen sich die Fäden dieses Geflechts zu einem Knötchen rundlicher aneinander gedrängter Zellen zusammen, welches Knötchen sich aufwärts verlängernd zum Stengel wird, an welchem sich gleichzeitig Blätter bilden. Seltener bleibt das Pflänzchen so einfach (wie bei dem einjährigen *Phascum*, bei dem perennirnden *Polytrichum*), gemeinlich zeigen sich in den Blattachseln kleine Knöspehen, wodurch sich der Stengel verästelt. Die Form der immer einfachen, flächenförmigen, niemals gelappten Blätter variirt zwischen fast rund und lang lanzettlich, bis linealisch, sie zeigen einen, zuweilen zwei von der Basis ausgehende Streifen, dichter, gedrängter und länger gestreckter Zellen (Nerven), die bald schon in der Mitte des Blattes aufhören, bald über das Blatt hinauslaufen; bei einigen, z. B. *Mnium punctatum* zeigen sich auch zwei Randnerven. Der Rand ist bald einfach, bald gezähnt oder gewimpert. Meist stehen die Blätter zerstreut (spiralig?) rund um den Stengel, zuweilen scheinbar zweizeilig, indem der ganze Stengel mit den Blättern flachgedrückt erscheint (z. B. *Neckera crispa*, *Hypnum undulatum* etc.). Bei wenigen Moosen stehen die Blätter wirklich zweizeilig und weichen dabei im Bau sehr ab, z. B. bei *Fissidens*. Hier ist der Flächentheil des Blattes zusammengefaltet und umfaßt den Stengel mit dem folgenden Blatte, nach oben aber setzt es sich in eine einfache, von den Seiten flachgedrückte, schwertförmige Lamelle fort (ähnlich den Irisblättern). Bei vielen Moosen sind die gekrümmten Blätter, besonders an der Spitze, alle nach einer Seite geneigt (*folia secunda*), z. B. bei *Hypnum cupressinum*, *lycopodioides*, *scorpioides* etc. Vom ersten Erscheinen des Stengels an bilden sich an ihm, besonders häufig neben den Blättern mehr oder weniger zahlreich, längere oder kürzere Fäden aus cylindrischen Zellen (Haftfasern, *rhizinae*), die man unten Wurzeln oder Wurzelfäden, oben besonders zwischen den Fortpflanzungsorganen Saftfäden (*paraphyses*) genannt hat.

§. 102.

A. Bald terminale, bald laterale geschlossene Knöspehen aus mehreren, gewöhnlich schmäleren, etwas anders geformten Blättern und vielen, oft im Innern der Knospe auch etwas abweichenden, Haftfasern (Saftfäden, *paraphyses*) gebildet, lassen sich als besondere Hüllen gewisser Organe,

die bestimmt sind, zur Sporenfrucht sich zu entwickeln, zusammenfassen als Blüten (*flores*).

B. Die Anlage zur Sporenfrucht, der Fruchtkern (*germen*), ist ein kürzeres oder längeres, ellipsoidisches, am Grunde stielförmig verdünntes Körperchen. Es besteht nur aus einer einfachen Zellenlage, die Hülle (*calyptra*), welche nach oben in ein längeres oder kürzeres, am Ende trichterförmig erweitertes Fädchen ausläuft und einen ringsum freien und an der Basis befestigten Kern (*nucleus*) umschliesst. Dieser birgt unter einem einfachen Epithelium ein zartwandiges gleichförmiges und bildungsfähiges Zellgewebe.

C. Bei der Entwicklung der Fruchtanlage reisst die *calyptra* am Grunde ab und wird von dem sich erhebenden Kern in die Höhe gehoben, verwelkt und bleibt so längere oder kürzere Zeit auf der Sporenfrucht hängen; durch deren Ausdehnung sie zuweilen auch seitlich aufspaltet. Fast immer bleibt ein Stückchen der *calyptra* an der Basis des Kerns zurück, und dieses in Verbindung mit der sich etwas entwickelnden Stengelspitze (Fruchtboden) bildet eine kleine Scheide (*vaginula*) um die Basis der Sporenfrucht. An dem Kern muss man eine a) obere, b) mittlere und c) untere Zellgewebssmasse unterscheiden, die sich auf verschiedene Weise a) zum Stiel (*seta*), b) zur Büchse (*theca*) und c) zu Deckel und Mundbesatz (*operculum* und *peristomium*) entwickeln.

a) Das untere Zellgewebe streckt sich nämlich sehr in die Länge und bildet so einen fadenförmigen Träger für die übrigen, zuweilen geht er durch eine allmälige Anschwellung in das mittlere über, der Hals (*collum*), oder bildet eine schärfer abgesetzte Verdickung von verschiedener Form, der Ansatz (*apophysis*), besonders ausgezeichnet bei *Splachnum*).

b) Die mittlere Portion bildet ein becherförmiges bis fast cylindrisches, selten stumpf vierkantiges oder planconvexes Organ und entwickelt sich zu verschiedenen Lagen: 1) zu einer centralen bald cylindrischen, bald mehr kugeligen Zellenmasse, das Mittelsäulchen (*columnella*), 2) zur Büchsenwandung und 3) zu einem zwischen beiden liegenden zartzelligen Gewebe, dessen Zellen als Sporangien vier (?) Sporen in sich entwickeln, dann aber aufgelöst und resorbirt werden, so dass die Sporen an dieser Stelle frei liegen. Jede Sporenzelle sondert noch innerhalb des Sporangiums eine eigenthümliche Haut ab,

die bald glatt, bald mit grössern oder kleinen Wörzchen und Areolen besetzt ist. Die Büchsenwand selbst besteht zu äusserst aus einer Oberhaut, auf welche einige Lagen zartwandigen, dichtgedrängten Zellgewebes folgen, Aussenhaut (*membrana externa*); zu innerst die Sporen umschliessend, einige Lagen dichtgedrängten Zellgewebes, die Innenhaut (*membrana interna*). Zwischen beiden liegt eine Schicht äusserst lockern, oft fast fadenartigen, schwammförmigen Zellgewebes, welches bei der reifen Sporenfrucht zuweilen schon resorbiert ist.

c) Die obere Zellgewebsportion des Kerns bildet sich zu so verschiedenartigen Zellenformen aus, dass sie sich beim Austrocknen durch ungleiches Zusammenziehen und Losreissen homogener Zellenreihen von heterogenen theils in der Richtung von Innen nach Aussen, theils in der seitlichen Richtung in mehrere Theile sondert. Zu äusserst trennt sich von der obern Portion des Kerns und zugleich von der Büchse eine Schicht festeren Zellgewebes in Form eines Deckelchens (*operculum*) bald flacher, bald convexer oder zugespitzt und geschnäbelt. Schräge von Unten und Aussen nach Oben und Innen zwischen Büchse und Deckelchen eingeschoben trennt sich bei den meisten Moosen eine ringförmige Lage von drei bis vier Zellenreihen (*annulus*). Zu innerst setzt sich natürlich die *columella* aus der Büchse bis in die Spitze des Deckelchens fort. Ihr Ende erscheint beim Abfallen des Deckelchens zuweilen als eine Scheibe oder als eine Membran, welche die ganze Oeffnung der Büchse (*stoma*) verschliesst. Das noch übrige Zellgewebe zwischen dem Ende des Mittelsäulchens und dem Deckelchen bildet sich zu einem eignen sehr hygroskopischen Gewebe aus und trennt sich auf mannigfaltige Weise, entweder nur seitlich in 4—64 spitz zulaufende Lappen, Zähne (*dentes*), oder zugleich von Innen nach Aussen, so dass zwei Reihen solcher Läppchen sich zeigen, von denen die innern dann, breiter und mit den Zähnen abwechselnd = Fortsätze (*processus*), schmaler dagegen und zwischen den Fortsätzen = Wimpern (*cilia*) genannt werden. Zuweilen bleibt die innere Schicht ganz oder theilweise in einer Membran zusammenhängen, seltener die äussere. Die Zellen der äusseren Läppchen zeigen fast alle die Eigenheit, dass ihre untern und obern Wände unverhältnissmässig verdickt werden, so dass die durch dieselben gebildeten horizontalen Scheidewände beim Eintrocknen der Zellen seitlich, sowie nach Aussen und Innen hervorragten und dann als Querbalken (*trabeculae*) bezeichnet werden. Die inneren Läppchen, selbst wenn

sie als Membran zusammenhängen, sind stets nur Reste zerrissener Zellen.

D. Kleine Knöschen, den unter A. erwähnten gleich oder (bei *Polytrichum*, *Splachnum*) scheibenförmig, enthalten noch ein eignes Organ (*antheridium*), welches wie bei den oben genannten auch wohl mit Fruchtanlagen zugleich in derselben Blüthe vorkommt. Der früheste Zustand, der bis jetzt beobachtet ist, zeigt ein kleines ellipsoisches, länger oder kürzer gestieltes, zelliges Körperchen mit einer trüben, undurchsichtigen Stelle im Innern. Etwas später unterscheidet man bestimmt eine einfache Zellenlage, welche eine grosse Centralzelle umschliesst, die mit trübem Bildungsstoffe erfüllt ist. Hierin zeigen sich später Cytoblasten und endlich füllt sich die ganze Centralzelle völlig mit einem dichten, sehr zartwandigen Zellgewebe. In jeder Zelle entwickelt sich dann ein Spiralfaden von zwei bis drei Windungen. Bei völliger Ausbildung sind die Spiralfäden lose in ihrer Zelle und zeigen dann unter Wasser eine rasche Bewegung um ihre Axe, die auch der freie Spiralfaden nach Zerstörung der Zelle eine Zeitlang beibehält und dadurch im Wasser sich fortbewegt. Bei vorigjährigen Pflänzchen findet man diese Organe oft noch zusammengetrocknet und, wie es scheint, ihres Inhalts durch eine oben entstandene Oeffnung beraubt.

§. 103.

Die Structurverhältnisse der Moose sind noch sehr einfach. Der Stengel zeigt indess bei den meisten schon einen geschlossenen Kreis länger-gestreckter, theils engerer ganz dickwandiger, theils weiterer sehr dünnwandiger Zellen (Gefässbündelkreis), welcher die eingeschlossene Parenchymmasse (Mark, *medulla*) von der äusseren (Rinde, *cortex*) trennt. Die Blätter bestehen meist aus einer einfachen Lage tafelförmiger Parenchymzellen, die oft seitlich poröse Wände haben, z. B. *Dicranum*. Die obere und untere Wand zeigt nicht selten eine papillenartig hervorragende Verdickung, z. B. *Orthotrichum crispum*. Der Nerv besteht entweder nur aus einigen Lagen etwas länger gestreckter Zellen, oder aus zwei Bündeln langgestreckter sehr dickwandiger Zellen, die sich oben und unten auf die Blattzellen legen, oder endlich aus einem förmlichen Gefässbündel, nämlich einem grossen Bündel der eben beschriebenen (Bast-?) Zellen, welches

langgestreckte, weite und dünnwandige Zellen (Gefässe) umschliesst, entweder wie bei *Catharinea* zwischen die beiden Hälften des einschichtigen Blattes eingeschoben, oder wie bei *Polytrichum* zwischen die beiden, das Blatt bildenden Zellenlagen aufgenommen. Die *Seta* besteht aus ähnlichen Elementen wie der Stengel, nur sind die Zellen gewöhnlich dünner und länger. Die Rindenzellen derselben, die Epidermiszellen der Büchse und des Deckelchens, die Zellen des Peristoms, sowie sehr häufig die Zellen der Haftfasern haben von hellgelb bis dunkelbraungelb gefärbte Zellenwände. Die Zellen des Peristoms zeigen meist unregelmässige, warzenförmige Verdickungen ihrer Wände, die oft so stark hervortreten, dass z. B. die Spitze der Zähne von *Bryum caespitium* an den Seiten eng und tief gekerbt erscheinen.

Merkwürdig ist noch, dass an dem Hals und dem Ansatz sich meist die Oberhaut am vollständigsten entwickelt und vollkommene Spaltöffnungen zeigt. Gewöhnlich liegt unter ihr dann auch eine kleine Menge lockeren, schwammförmigen Zellgewebes.

b. Bewurzelte Agamen.

VI. Lycopodiaceen (Lycopodiaceae).

§. 104.

Eine vollständige Entwicklungsgeschichte der Lycopodiaceen ist bis jetzt noch ein frommer Wunsch. Nur so viel ist gewiss, dass beim Keimen der später zu erwähnenden grösseren Sporen sich eine ächte Wurzel zeigt. Bei der ausgebildeten Pflanze entwickelt der fast immer niederliegende Stengel in seiner ganzen Länge auf der untern Seite Wurzeln und stirbt von Unten nach Oben ab. Die Blätter stehen stets dicht aufeinander folgend rund um den Stengel, zuweilen so gedreht, dass sie zu beiden Seiten des Stengels in einer Fläche zu stehen scheinen. Auch die aus Axillarknospen sich entwickelnden Aeste stehen häufig ähnlich so, dass die Verästelung gefiedert ist, oder die gabelig getheilten Aeste richten sich auf und bilden gegipfelte Formen; selten ist der Stengel flach und die Blätter stehen entfernt von einander (z. B. *Bernhardia complanata*). Die Blätter sind fast immer schmal, lanzettlich, den Moosblättern ähnlich, bei den niederliegenden Stengeln, wo sie scheinbar in zwei Reihen stehen, mehr den Lebermoosblättern ähnlich, und ebenso auch an der untern Seite des Stengels kleiner und von

verschiedener Form. Alle sind nur mit einfachem Mittelnerv versehen. Am abweichendsten ist der ganz zu einer dicken Scheibe verkürzte Stengel von *Isoetes* mit langen, schmalen, grasähnlichen Blättern, die nach unten verbreitert scheidenartig sich umfassen. Bei einigen Lycopodien bilden sich die Axillarknospen in allen ihren Theilen etwas fleischiger aus und trennen sich freiwillig (?) vom Stengel, um zu neuen Pflanzen auszuwachsen als Zwiebelknospen (*bulbilli*).

§. 105.

A. An der Basis der Blätter (die sich zuweilen am Ende eines weitläufig mit Blättern besetzten Astes kolbenförmig zusammendrängen und eine etwas verschiedene Form annehmen), oder seltner an einem Einschnitt derselben (z. B. *Tmesipteris*) erhebt sich ein zelliges Knöpfchen, dessen äussere Zellenlagen zur Wand der Sporenfrucht werden, dessen innere Zellen als Mutterzellen (*Sporangia*) je vier Sporen erzeugen, die sich mit einer eigenthümlichen Membran, welche nur selten Warzen oder Spitzen zeigt, umkleiden, worauf die Sporangien resorbirt werden. Bei den *Bernhardien* sitzen die Sporenfrüchte zu zwei oder drei verwachsen auf den Spitzen der Zweige. Die reife Sporenfrucht ist rund, nieren- oder halbmondförmig und zerreisst mit einer verticalen (z. B. *Lyc. annotinum*) oder horizontalen (z. B. *Lyc. inundatum*) Spalte, deren Ränder oft noch in Lappen zerspalten (z. B. *Lyc. canaliculatum*). Bei *Isoetes* sind die Sporenfrüchte an der Basis des Blattes etwas eingesenkt und noch von einer herzförmigen Schuppe bedeckt. Sie enthalten zwischen quer verlaufenden Zellenfäden kleine zellige Säckchen mit vielen kleineren Sporen, die die gewöhnliche Bildung zeigen, und andere Säckchen, welche vier grössere Sporen hegen, die aus einer mit dem gewöhnlichen Ueberzug versehenen Zelle und einer dicken Kruste von kohlensaurem Kalk (?) bestehen.

B. Bei einigen Lycopodien kommt noch eine andere Fruchtförmigkeit vor, nämlich abgerundet tetraedrische Früchte, die durch eine Längsspalte in zwei dreilappige Klappen sich öffnen und vier grosse Sporen enthalten, die aus einer Sporenzelle und einer sehr derben, mit Warzen oder netzförmigen Leisten besetzten Hülle bestehen. Ihr Inhalt soll nach *Bischoff* *) ein zartes Zellgewebe seyn.

*) Die kryptogamischen Gewächse. S. 110.

§. 106.

Der Stengel der Lycopodiaceen besteht aus einer ziemlich lockern Parenchymmasse, durch welche sich ein centrales, simultanes (§. 26.) Gefässbündel hinzieht. Das Gefässbündel enthält gewöhnlich die Gefässe in unregelmässigen Strängen und Bändern zerstreut und ist meist mit einer Lage bräunlichen, dickwandigen Parenchyms umgeben. Die für Blätter und Seitenäste abgehenden Gefässbündel ziehen sich oft lang in schräger Richtung durch das Parenchyma, indem sie sich viel tiefer vom Hauptbündel trennen als da, wo sie austreten. Die Blätter bestehen aus mehreren Lagen rundlichen Parenchyms, durch welches ein Gefässbündel sich hinzieht, und sind mit Oberhaut bekleidet, die auf beiden Seiten Spaltöffnungen zeigt. Die Wand der Sporenfrucht hat meist zwei Lagen, die äussere zeigt flache Zellen mit derben geschlängelten Seitenwänden, die innere zartwandige Zellen. Bei *Lycop. inundatum* zeigen die inneren Zellen dicke Ringfasern, ähnlich wie bei der Lebermoosfrucht.

VII. Farnkräuter (Filices).

§. 107.

Bei der Keimung der Farnkräuter durchbricht die Sporenzelle die äussere Haut, bei einigen sogar an ganz bestimmt vorgezeichneter Stelle, dehnt sich in einen längern oder kürzern Schlauch aus, dessen Ende neue Zellen bildet, die sich allmählig zu einem flachen, meist zweilappigen Vorkeim (*proembryo*) anordnen. Einige dieser Zellen dehnen sich nach Unten in Haftfasern aus. An bestimmter Stelle dieses Vorkeims bildet sich eine Gruppe dichteren Zellgewebes und allmählig ein kleiner eiförmiger Körper, dessen eines Ende sich zur Wurzel verlängert, das andere zur Knospe, zu Stengel und Blatt ausbildet.

Der Stengel nimmt nachher zwei wesentlich verschiedene Modificationen an, indem er sich entweder zwischen je zwei aufeinander folgenden Blättern (die bei ihrer Entstehung immer dichter aufeinander folgen, als sie nachher erscheinen) sehr in die Länge dehnt oder nicht. Der erste kriecht meistens unter der Bodenfläche fort, so dass nur die Blätter über dem Boden erscheinen (bei *Pteris aquilina*), oder auf der Erde, klettert an Bäumen und Felsen empor (z. B. *Lomaria scandens*); der

andere zeigt wieder zwei Modificationen, je nachdem die Wurzel und nachher der Stengel beständig von Unten her absterben oder nicht. Im ersten Falle erhebt er sich nicht bedeutend über der Erde und liegt zuweilen schief in derselben (z. B. *Aspidium filix mas*), im andern Falle wächst er (nur unter den Tropen) zu einem ansehnlichen 20—30 Fuss hohen Stamme aus (Baumfarn, z. B. *Cyathea*, *Dicksonia*, *Alsophila* u. s. w.). Fast an allen Stengeln entstehen aus dem Stengel auf eine eigenthümliche Weise Nebenwurzeln (*radix adventitia*), die zuweilen den Stamm mit einem dichten Flechtwerk bekleiden (z. B. *Cyathea Schansin*).

Die Blätter der Farnkräuter sind meist gestielt, selten sitzend, meist vom Rande her lappig zertheilt (oft sehr vielfach und zierlich), sehr selten einfach ungetheilt, immer flach, mit deutlichen Gefässbündeln (Nerven, *nervi*), deren Verästelung mannigfaltig und elegant ist. Das Blatt ist meist durch continuirliches Zellgewebe mit dem Stengel verbunden, weshalb die älteren Blätter nur von Oben her bis auf den untern, härtern Theil des Blattstiels absterben, ohne abzufallen. Selten bildet eine Platte früh absterbenden Zellgewebes eine ächte Gliederung (*articulatio*), so dass die Blätter sich an einer bestimmten Fläche ablösen (z. B. *Cyathea arborea*). In der Continuität desselben Blattes kommt solche Gliederung nie (?) vor und deshalb giebt es bei den Farnkräutern keine ächten *folia composita*.

Knospen in den Blattwinkeln (*axilla*) sind im Ganzen selten bei den Farn, doch kommen sie vor, z. B. bei *Aspidium filix mas*. Deshalb ist der Stengel der Farne meist einfach, bei den baumartigen immer. Auch hier scheint noch eine gabelförmige Theilung des Stengels an der Spitze desselben ohne Axillarknospe vorzukommen, z. B. bei *Polypodium ramosum*. Sowohl in den Axillarknospen, als in der Endknospe des Stengels sind die Blätter von den Spitzen zur Basis sowohl in ihren Lappen als im Ganzen schneckenförmig eingerollt (schneckenförmige Knospenlage, *aestivatio circinata*).

Bei einigen tropischen Farn kommen in den Blattachsen kleine, anfangs von der Epidermis bedeckte Grübchen mit eigenthümlichem lockern Zellgewebe erfüllt vor. Haare und Drüsen sind bei den Farn seltner, dagegen sind fast alle mehr oder weniger mit kleinen, schnell vertrocknenden Schüppchen (*paleae*) bedeckt.

Das andere Ende der jungen Pflanze entwickelt sich abwärts in den

Erdboden zur Wurzel, die sich mannigfach verästelt, bei vielen Farn aber, wie schon bemerkt, früh wieder abstirbt.

Sehr häufig kommt es vor, dass sich einzelne Zellen oder Zellengruppen eines Blattes aus dem Individualitätsverbände der ganzen Pflanze trennen, Knöllchen bilden und später selbstständig zu einer neuen Pflanze heranwachsen. Diese jungen Pflanzen bilden sich sowohl aus der Blattfläche, als insbesondere in den Winkeln der Theilungen des Blattes.

§. 108.

A. In allen Fällen bilden sich die Sporen in dem Gewebe eines ächten Blattes, welches entweder ganz unverändert sich zeigt, oder verschmälert durch Nichtausbildung alles oder des meisten überflüssigen Parenchyms neben den Hauptnerven. Ich nenne es das Sporenblatt (*sporophyllum*). Wo es wenig oder gar nicht von den gewöhnlichen Blättern abweicht, zeigt es auf seinem Rücken oder am Rande sehr verschieden geformte und vertheilte Häufchen (*sori*) von Sporenfrüchten, die meistens ganz oder theilweise von einer bestimmt geformten Falte der Oberhaut, dem Schleierchen (*indusium*), verdeckt sind. Die einzelnen Sporenfrüchte sind gewöhnlich auf einer sich etwas erhebenden Zellgewebsmasse befestigt, die als kurzer Stiel oder als Leiste, selten als ein lang ausgezogener Stiel (z. B. bei *Hymenophyllum*) erscheint, und bilden sich folgendermassen. Aus dem Blattparenchym (nämlich aus jenem Stiel) erhebt sich eine Zelle, die sich bald in zwei sondert, eine cylindrische und eine kugelförmige. In beiden bilden sich neue Zellen, aus jenen wird der Stiel der Sporenfrucht, diese füllen die kugelige Endzelle (*capsula*) an; die äussern bilden eine zellige Wand, die innern werden Mutterzellen (*Sporangia*) für die Sporen, und nach der Ausbildung dieser, die sich bald mit einer eigenthümlichen mit Warzen oder Falten besetzten Haut bekleiden, resorbirt. Von den Wandzellen bildet sich eine Reihe, die vom Stiel aus vertical oder schief, fast rund um die Kapsel läuft, oder dem Scheitel der Kapsel näher oder ferner eine horizontale Zone bildet, so aus, dass ihre innern und die sich untereinander berührenden Seitenwände sehr verdickt werden, die anderen Wände aber dünn bleiben. Man nennt diese Zellen den Ring (*annulus*); durch sein ungleiches Austrocknen bewirkt er das Aufreissen der Kapsel für den Austritt der Sporen. Bei den übrigen Farnkräutern bildet das we-

nige neben den Nerven sich ausbildende Parenchym in seinem Innern Gruppen von Mutterzellen und Sporen, wodurch die Blattportionen kugelig zu Kapseln anschwellen, endlich zuweilen mittelst eines unvollständigen Ringes aufspringen und die Sporen ausschütten (z. B. bei den *Ophioglosseae*, *Osmundaceae*).

B. Organe, den Antheridien der Moose und Lebermoose ähnlich, finden sich bei den Farnkräutern nur am Vorkeim; sie sitzen bald am Rande, bald auf der obern Fläche desselben, sind mehr kugelig und ungestielt.

§. 109.

Der Stengel der Farnkräuter besteht aus einer Parenchymmasse, welche von simultanen Gefässbündeln (§. 26.) durchzogen ist, und wenn letztere in einem mehr oder weniger geschlossenen Kreis stehen, in Eingeschlossenes, Mark (*medulla*), und Ausgeschlossenes, Rinde (*cortex*), unterschieden werden kann. In ihrem senkrechten Verlauf legen die Gefässbündel sich abwechselnd seitlich aneinander und bilden so ein Netz, dessen Maschen an ihrem obern Theile Zweige der Bündel zu den Blättern und Aesten, wo sie vorhanden sind, abgeben; bei den baumartigen Farn verlaufen noch im Mark einzelne zerstreute Gefässbündel, die durch jene Maschen aus- und in die Blätter treten. Häufig haben die Gefässbündel eine von Innen nach Aussen flachgedrückte bandförmige oder rinnenförmige Gestalt. Die Gefässbündel sind meist von einer Scheide sehr dickwandiger und (durch Gerbstoff und Humussäure?) braungefärbter, langgestreckter Zellen umgeben; auch durchziehen Bündel solcher Zellen allein den Stengel. Die Parenchymzellwände nehmen beim Absterben schnell eine hellere oder dunklere braune Farbe an. Bekannt ist der grosse Gerbstoffgehalt vieler Farnkräuter. Das Parenchym enthält häufig viel Stärkemehl, besonders die Basis des Blattstieles, z. B. bei *Marattia cicutaefolia*, auf einigen Südseeinseln als Nahrungsmittel dienend. In den Gefässbündeln sind poröse Gefässe mit kleinen Poren oder mit Spalten am häufigsten, doch kommen auch, zumal in den Blattstielen, abrollbare Spiralgefässe vor. Die Blätter bestehen selten (nur bei den Hymenophyllen) aus einer einfachen Zellschicht, sonst gewöhnlich aus vielen, die zwei Lagen bilden, eine obere, aus kurz cylindrischen auf die Blattfläche senkrechten Zellen und eine untere, aus lockerem, kugeligem,

oder schwammförmigem Parenchym. Ausserdem sind beide Seiten mit einer ächten Oberhaut bekleidet, die an der untern Fläche stets vollkommene Spaltöffnungen zeigt. Die obere Epidermis besteht nicht selten aus mehreren Zellenlagen. Ueber und unter den Gefässbündeln der Blätter kommen nicht selten isolirte Bündel von Bastzellen vor. Die Blätter enthalten eine grosse Menge von Kalisalzen.

VIII. Die Schafthalme (Equisetaceae).

§. 110.

Die Sporenzelle der Equiseten dehnt sich in einen Schlauch aus; an einem Ende desselben bilden sich neue Zellen, die allmählig eine mehrfach gelappte flache Ausbreitung einer einfachen Zellenlage darstellen, von denen mehrere Zellen sich in fadenförmige Haftfasern ausdehnen, Vorkeim (*proembryo*). An einem Punkte dieses Vorkeims bildet sich ein Zellgewebeknötchen, welches sich nach Unten zu einer Wurzel, nach Oben zu einer Knospe zu Stengel und Blatt entwickelt. Dieser Hauptstengel stirbt aber wahrscheinlich bei den meisten bald wieder ab; statt dessen entwickeln sich aus den Axillarknospen der ersten Blätter Seitenäste, die horizontal unter dem Boden fortlaufen, nie eine grüne Farbe annehmen und deren Seitenäste erst sich zum Theil vertical erheben und über der Erde erscheinen. Alle Stengel der Equiseten sind rund, meist gefurcht und regelmässig zwischen den aufeinander folgenden Blättern in die Länge gestreckt (Stengelglied, *internodium*). Am Ursprung der Blätter sind die Stengel etwas zusammengezogen und brechen hier leicht ab (Knoten, *nodî*). Die Blätter sind klein, schuppenartig, stets in einen Quirl gestellt und mit dem untern Theil ihrer Ränder in eine den Stengel eng umschliessende Scheide verwachsen. Die Axillarknospen der oberirdischen Stengel brechen merkwürdiger Weise durch die Basis der Blätter durch und bilden auch Quirle, seltner haben sie auch wieder Seitenäste. An dem unterirdischen Stengel strecken sich einzelne Seitenäste zuweilen nicht in die Länge, sondern schwellen zwischen je zwei Blattkreisen kugelig, fleischig an und trennen sich dann leicht in ihre einzelnen Glieder und vom Stengel.

§. 111.

An den Spitzen der oberirdischen Stengel oder deren Aeste (oft an besonderen astlosen Stengeln) bilden sich mehrere dicht aufeinander folgende Blattquirle zu einem eiförmigen Fruchtstand aus. Die einzelnen Blätter (*sporophylla*) verändern sich dabei auf eine eigne Weise, indem sie die Gestalt einer meist sechsseitigen, in der Mitte auf einem Stiel befestigten Scheibe annehmen. Auf und aus der untern, innern Fläche dieser Scheibe entwickeln sich halbkugelig fünf bis sieben Sporenfrüchte. Von ihrem Zellgewebe bilden zwei Lagen die Fruchtwandung. Die inneren Zellen werden Mutterzellen (*sporangia*) und jede von ihnen entwickelt auf einem deutlichen Cytoblasten eine Spore. Gleichzeitig bilden sich in der Mutterzelle zwei Spiralbänder, die anfänglich die innere Wand vollständig bedecken und an beiden Enden abgerundet und etwas verbreitert fest ineinander schliessen. Später werden durch Ausdehnung der Mutterzelle die Windungen etwas entfernt. Zur Zeit der Sporenreife zerreißen die sehr hygroskopischen Spiralbänder die äusserst zarte Wand der Mutterzelle, schlagen sich auseinander, bleiben aber in der Mitte an der Spore kleben. Die Sporenfrüchte reißen dann mit einer Längsspalte auf und lassen die Sporen heraus.

§. 112.

Der Equisetenstengel besteht aus ziemlich lockerem Parenchym, welches durch einen Kreis von ungefähr sechs bis zehn succedanen, geschlossenen (?) (§. 26.) Gefässbündeln in Mark und Rinde geschieden wird. Besonders im unterirdischen Stengel werden die äusseren Rindenzellen allmählig derbwandiger und porös. Abwechselnd mit je zwei Gefässbündeln bilden sich in der Rinde durch Zerreißung und Resorption des Zellgewebes Luftlücken. Eine ähnliche entsteht in der Axe des Markes. Die Gefässbündel bilden sich von Innen nach Aussen hin aus, enthalten nach Innen Ringgefässe, dann Spiralgefässe, endlich poröse Gefässe. Der zuerst gebildete Theil stirbt schon früh ab, die Zellen zerreißen und so bildet sich im Gefässbündel selbst eine Luftlücke, in welche man oft Ring- oder Spiralgefässe frei hineinragen oder ihre Reste hineingefallen sieht. Bei den gefurchten Stengeln liegen in den hervorspringenden Leisten Bündel dickwandiger, langgestreckter Schleiden's Grundriss.

(Bast-) Zellen, zuweilen liegt eine solche Schicht unter der ganzen Oberhaut des Stengels (z. B. *Eq. fluviatile*). An den Knoten legen sich die Gefässbündel enge zu einem geschlossenen Kreis aneinander und geben von hier Zweige für die Blätter und Seitenäste ab. Auch das Parenchym ist in den Knoten kleinzelliger und dichter. Die Blätter haben Ein Gefässbündel und auf der äussern Fläche Ein Bastbündel, zwischen beiden eine Luftlücke. Ihre freien unverwachsenen Enden sind meist, nur mit Ausnahme der mittleren Partie, aus zwei dünnen Zellenlagen gebildet, trocken und häutig. In der Mitte sind sie, wie die Stengel selbst, mit einer ausnehmend festen Oberhaut, die deutliche, meist reihenweis gestellte Spaltöffnungen zeigt, bekleidet, deren Zellen nach Aussen meist warzenförmig verdickt sind. In den Zellenwandungen, insbesondere in den Warzen lagert sich eine ausserordentliche Menge Kieselerde in Gestalt kleiner Blättchen ab, die man durch concentrirte Schwefelsäure, die nur die vegetabilische Substanz zerstört, isoliren kann, die beim Glühen aber durch die gleichzeitig vorhandenen Kalisalze zusammensintern und dann in der Asche vollständig alle Formen der lebenden Pflanze festhalten*). Die innere Lage der Sporenfrucht wand besteht aus den zierlichsten Spiralfaserzellen. Die kugelig angeschwollenen unterirdischen Aeste enthalten im dichten Zellgewebe Stärkemehl (?) und Oel und haben nur ganz kleine verkümmerte Gefässbündel.

B. Geschlechtspflanzen (Plantae gamicae).

§. 113.

Die Geschlechtspflanzen charakterisiren sich sogleich als eine zusammengehörige, grosse Abtheilung der Pflanzen durch den eigenthümlichen Process bei der Bildung eines neuen Individuums und der dazu nothwendigen doppelten, wesentlich verschiedenen Organe. Erstens entwickeln sie mit einer eigenthümlichen Haut sich umkleidende Zellen zu vieren in einer Mutterzelle (Sporangium der Agamen), welche später resorbirt wird, weshalb jene bei ihrer vollkommenen Ausbildung frei in einem aus Zellen gebildeten Säckchen (Sporenfrucht bei den Agamen) liegen.

*) Struve, de silicia in plantis nonnulla. Berlin, 1835.

Dieses Säckchen nennt man hier Staubbeutel (*anthera*), die Sporen selbst aber Pollen, Pollenkörner (*pollen*, *granula pollinis*), ihre eigenthümliche Hülle, äussere Pollenhaut. Zweitens bilden die Geschlechtspflanzen einen zelligen, eiförmigen oder länglichen, wenigstens an der Spitze freien Körper, in welchem sich Eine Zelle so sehr vergrössert, dass sie einen Theil der übrigen zur Resorption bringt und so eine bedeutende Höhle in den Körperchen bildet. Das Körperchen selbst nennt man Samenknospe (*gemmula*), die grosse Zelle Embryosack (*sacculus embryoniferus*). Der letztere enthält Cytoblastem, aus welchem sich (nur bei den Rhizocarpeen nicht) immer Zellen bilden, die allmählig den Embryosack ausfüllen, bis sie häufig vom nachwachsenden Embryo wieder verdrängt werden. Die Entwicklung der neuen Pflanze geschieht hier so, dass sich die Zelle des Pollenkorns zu einem Schlauch ausdehnt, der durch räumliche und andere Verhältnisse begünstigt in die Samenknospe bis an den Embryosack eindringt, und dass dieses Ende des Schlauches, während das andere Ende abstirbt, neue Zellen entwickelt, die sich zur rudimentären Pflanze, dem Embryo (*embryo*), anordnen.

§. 114.

Alle Geschlechtspflanzen haben Stengel und Blätter, letztere wenigstens in den Blüthentheilen. Bei den Phanerogamen ist die Anthere ohne alle Frage nur ein modificirtes Blatt, die Samenknospe höchst wahrscheinlich ein modificirtes Stengelende; für die Rhizocarpeen ist wegen mangelnder Entwicklungsgeschichte noch gar keine solche Deutung möglich.

a. *Plantae athalamicae*.

§. 115.

Das Charakteristische für diese Gruppe und das Unterscheidende von den Phanerogamen ist, dass hier sich Samenknospe und Pollen unvereinigt von der Pflanze trennen, dass erst später die schlauchförmig ausgedehnte Pollenzelle in die Samenknospe eintritt und dann in Einem Vegetationsact zur vollständigen Pflanze ausbildet.

IX. *Rhizocarpeen* (Rhizocarpeae).

§. 116.

Bei den Rhizocarpeen trennen sich zum Behuf der Entwicklung eines neuen Individuums zwei sehr verschiedene Theile, nämlich Pollenkörner und Samenknospe von der alten Pflanze. Die Ersteren haben den gewöhnlichen Bau, bestehend aus einer Zelle (Pollenzelle) und der äussern Pollenhaut. Die anderen zeigen folgenden Bau: eine sehr grosse, derbwandige Zelle, sehr grosse Stärkemehlkörner, Schleim und Oel enthaltend (der Embryosack), ist von einer weissen, lederartigen Haut, die aus sehr kleinen, fast nicht zu unterscheidenden Zellen gebildet wird, umschlossen; diese Haut bildet an einem Ende eine Warze, Knospenkern (*nucleus*), die zuweilen noch von drei Lappen derselben Haut (bei *Salvinia*), oder von einer Vereinigung dieser drei Lappen zu einer an der Spitze offenen Hülle (bei *Marsilea*), einfache Knospenhülle (*integumentum simplex*) genannt, bedeckt wird. Das Ganze ist in ein zelliges Säckchen, das Samensäckchen (*sacculus*), eingeschlossen (bei *Salvinia*) oder von einer Schicht ganz gelatinöser, fast zusammenfließender Zellen umgeben (bei *Pilularia* und *Marsilea*). Die Zelle des Pollenkorns dehnt sich in einen längern (*Salvinia*) oder kürzern (*Pilularia*) Schlauch aus. Gleichzeitig entwickeln sich die Zellen des Knospenkerns nahe der Spitze des Embryosacks, werden deutlich unterscheidbar und locker, füllen sich mit Chlorophyll u. s. w. und durchbrechen den Knospenkern, so dass sie frei hervorragen, Kernwarze (*mamilla nuclei*). Kommt nun ein Pollenschlauch in Berührung mit diesen Zellen, so drängt er sich zwischen dieselben tief hinein bis an eine Schicht kleiner grüner Zellen, die den Embryosack unmittelbar bedeckt (*Pilularia* und *Salvinia*), und dehnt sich dann blasenförmig aus, indem er das ihn umgebende Zellgewebe verdrängt, welches aber fortfährt sich zu entwickeln, und als ein grösserer oder kleinerer grüner Körper aus der Samenknospe hervorragt, bei *Salvinia* sich in zwei seitlich herabhängende Fortsätze streckt, während bei *Pilularia* ein Theil der oberflächlichen Zellen sich zu langen, haarähnlichen Fasern ausdehnt. Im blasenförmigen Ende des Pollenschlauchs entwickelt sich Zellgewebe, welches sich zum Embryo anordnend, zuletzt mit dem einen Ende die Kernwarze der Samenknospe, die jetzt ein dünnwandiges Säckchen darstellt, durchbricht, welche letztere dabei die Form einer runden Scheide

(*Pilularia*), oder eine flache, zweilippige Gestalt (*Salvinia*) annimmt. Bei *Salvinia* bildet der hervortretende Embryo einen Stiel, der sich oben in eine flache, auf dem Wasser schwimmende Scheibenform ausbreitet (erstes Blatt, *cotyledon*), aus deren Anheftungspunkt unterhalb eines verticalen Einschnitts derselben eine schon früher angelegte Knospe sich zu einem Stengelchen, das an beiden Seiten beblättert ist und nach Unten Nebenwurzeln ausschickt, ausbildet. Bei *Pilularia* entwickelt sich das hervortretende Ende des Embryo zu einem aufrechten grünen Faden (erstes Blatt, *cotyledon*), an dessen Basis sich eine schon früher angelegte Knospe zu einem Stengel mit langen fadenförmigen Blättern ausbildet. Der dem hervortretenden Ende entgegengesetzte Theil des Embryo wird zur Wurzel und durchbricht, obwohl später, die grüne, dann auch hier als Scheide erscheinende Keruwarze der Samenknospe. Von den entwickelten Pflanzen wachsen *Pilularia* und *Marsilea* in Sumpfboden. Ihr dünner Stengel geht horizontal fort mit verlängerten Internodien, bildet an den Seiten stets etwas unterhalb der kolbig angeschwollenen Spitze Blätter, die bei *Pilularia* fadenförmig sind, bei *Marsilea* aus einem langen Blattstiel (*petiolus*) und einer vierlappigen Blattscheibe (*lamina*) bestehen, nach Unten treibt der Stengel beständig Nebenwurzeln, verästelt sich durch Entwicklung von Axillarknospen, und wie es scheint, auch durch gabelförmige Theilungen an der Spitze des Stengels. Die *Salvinia* dagegen schwimmt frei auf dem Wasser, ihr ebenfalls dünnes Stengelchen mit kurzen Internodien trägt an beiden Seiten kurz gestielte, flache, eiförmige Blätter, senkt nach Unten aus den Fruchtsielen Nebenwurzeln ins Wasser, und verästelt sich wenig durch Entwicklung von Axillarknospen. *Azolla*, ein tropisches Geschlecht, gleicht einem zarten, auf dem Wasser schwimmenden Lebermoose. Seine Entwicklungsgeschichte ist noch völlig unbekannt.

§. 117.

An der ausgewachsenen Pflanze bilden sich aus dem untern Theile des Blattstieles (*Marsilea quadrifolia*), oder an der Basis desselben (*Marsilea pubescens*, *Pilularia*) kleine Knöpfchen, die später zu einer bald lang bald kurz gestielten Frucht auswachsen, oder es entspringt (bei *Salvinia*) an der Basis des Blattstiels ein kleiner ins Wasser hängender Ast, an welchem sich ährenförmig gestellt eine Menge kleiner Früchte ausbilden.

Die Frucht bei *Marsilea* ist fast eiförmig von zwei Seiten flach gedrückt. Eine derbe lederartige Haut, die später zweiklappig sich öffnet, umschliesst eine Höhle, die durch eine nach Oben zu unvollständige Längsscheidewand in zwei Fächer getheilt wird, welche wieder durch Querscheidewände in fünf bis zwölf Fächer getrennt sind. Von der Gegend des Anheftungspunkts der Frucht aus verläuft an der obern, von der Längsscheidewand nicht eingenommenen Seite ein bis auf jenen Anheftungspunkt völlig freier Strang gelatinösen Zellgewebes, welcher an beiden Seiten fünf bis zwölf Säckchen aus gelatinösem Zellgewebe gebildet trägt, welche in jene Seitenfächer hineinhängen. Durch diese Säckchen läuft fast ganz an der Aussenseite ein Strang dichten, ebenfalls gelatinösen Zellgewebes, und an diesem sind die beiden Fortpflanzungsorgane so befestigt, dass die Samensäckchen in geringerer Zahl nur den mittleren, der Längsscheidewand zugekehrten Theil einnehmen. Die gestielten Samensäckchen umschliessen die schon beschriebene Samenknope so, dass der Knospenkern dem Stiel zugewendet ist; später zerreißen sie. Die Antheren sind unregelmässig birnförmige Säckchen, welche eine grössere Anzahl Pollenkörner enthalten, die aus der Pollenzelle, der äusseren Pollenhaut und noch aus einer eigenthümlichen Gallerthülle bestehen.

Die Frucht von *Pilularia* ist kugelförmig. Die ebenfalls derbe, lederartige Haut, später vierklappig aufreissend, umschliesst eine Höhle, die durch verticale Scheidewände in vier Fächer getheilt wird. An der Mitte der äussern Wand jedes Faches verläuft ein Strang gelatinösen Zellgewebes, welcher auf seiner innern Seite die Antheren und Samensäckchen trägt. Letztere unterscheiden sich nur dadurch von denen bei *Marsilea*, dass hier der Knospenkern an der dem Stiele gegenüberstehenden Seite liegt. Auch hier zerreisst das Samensäckchen und entlässt die Samenknope. Die Antheren sind denen bei *Marsilea* gleich, den Pollenkörnern fehlt aber der gelatinöse Ueberzug, dagegen ist ihre äussere Pollenhaut derb und mit kleinen Würzchen besetzt.

Bei *Salvinia* sind die Samenknospen und Antheren in verschiedenen Früchten. An jeder Aehre ist eine obere, von den übrigen dichter gedrängten etwas entfernte Frucht, welche allein Samenknospen enthält. Die Früchte selbst sind vertical gefurcht wie eine Melone, in jeder vorspringenden Rippe verläuft ein Luftgang, der wieder durch horizontale Scheidewände abgetheilt ist; übrigens ist das die Höhle umschlies-

sende Zellgewebe zartwandig und wird allmählig aufgelöst, ohne dass die Frucht regelmässig aufspringt. In die Höhle ragt von der Basis der Frucht etwa bis auf die Hälfte ein nach Oben kugelig angeschwollenes Mittelsäulchen herein, welches auf seinem kugeligen Ende hier die Samensäckchen, dort die Antheren trägt. Der Stiel der eiförmigen Samensäckchen besteht aus mehreren Zellen nebeneinander. Die Säckchen (eine einfache Zellschicht) umschliessen die Samenknospe (deren Knospenkern wie bei *Pilularia* liegt) und reissen mit der Samenknospe vom Stiel ab. Der Stiel der kugeligen Antheren besteht aus einer einfachen Zellenreihe. Die Pollenkörner haben eine sehr dünne, glatte, äussere Pollenhaut.

Azolla ist, wie ich glaube, noch lange nicht genügend untersucht; was man bis jetzt gefunden, lässt gar keine Beziehung auf analoge Organe bei den genannten Rhizocarpeen zu. Ich selbst habe noch keine untersuchen können und verweise für das Speciellere auf *Rob. Brown**) und *Meyen***).

§. 118.

Der Bau der Rhizocarpeen ist im Ganzen sehr einfach. Der Stengel besteht aus einem centralen Gefässbündel mit einigen Spiralgefässen und einer Rinde, in der ein Kreis grosser Luftcanäle verläuft, die nach Aussen von einer einfachen (*Salvinia*) oder mehrfachen (*Pilularia* und *Marsilea*) Zellschicht bedeckt sind. Die Scheidewände in den Luftgängen der letzteren bestehen aus sehr zierlichen, sternförmigen Zellen. Bei den beiden letzteren ist das Gefässbündel in eine einfache Lage gestreckter Parenchymzellen mit bräunlichen Wänden eingeschlossen. Das Blatt von *Pilularia*, der Blattstiel von *Marsilea* sind ganz wie der Stengel von *Salvinia* gebaut, und nur noch mit einer Epidermis mit Spaltöffnungen überzogen. Die Blattscheibe von *Salvinia* besteht aus einer obern, mittlern und untern Zellschicht, die von einander entfernt sind, während die dadurch entstehenden Räume durch verticale Scheidewände, deren Zellen geschlängelte Seitenwände zeigen, in grosse Lufthöhlen eingetheilt sind. Die obere Zellschicht besteht aus polygo-

*) Vermischte Schriften Bd. 3, S. 22, Bd. 1, S. 162 und Atlas von *Fünder's Foyage to terra australis*, woselbst *Ferd. Bauer's* schöne Abbildung.

**) *Acta Ac. C. L. N. C. Vol XVIII. P. 1. pag. 508.*

nen Zellen, die zwischen sich Intercellulargänge (Spaltöffnungen) haben, welche sich in die darunter liegenden Lufthöhlen öffnen. Die obere Blattfläche ist noch mit Büscheln von Haaren aus rosenkranzförmig angeordneten Zellen besetzt; mit etwas verschiedenen Haaren aus cylindrischen, fadenförmig angeordneten Zellen, deren letzte zugespitzt und mit einem dunkeln Inhalt versehen ist, sind die untere Blattfläche, Stengel und Wurzelfasern bedeckt. Die Blattscheibe von *Marsilea* besteht (nach *Bischoff*) aus Parenchym mit gabelig verästelten Gefässbündeln durchzogen und auf beiden Seiten (?) von einer mit Spaltöffnungen versehenen Oberhaut, deren seitliche Zellenwände geschlängelt sind, bedeckt. Die lederartige Fruchthaut der *Marsilea* und *Pilularia* besteht aus drei bis fünf Lagen senkrecht auf die Fläche gestreckter, verschiedenfarbiger, ungleich weiter und zugleich dickwandiger Zellen, inwendig bei *Pilularia* zunächst mit einem kleinzelligen, an den Stellen zwischen Frucht und Scheidewand Lufthöhlen bildenden bräunlichen Parenchym, demnächst und bei *Marsilea* ausschliesslich mit einer Schicht gelatinöser Zellen ausgekleidet, welche auch bei *Marsilea* ausschliesslich die Querscheidewände bildet, während bei *Pilularia* noch eine doppelte Lage jenes braunen, kleinzelligen Parenchyms dieselben durchzieht. Auch die Längsscheidewand bei *Marsilea* besteht aus gelatinösem Parenchym. An ihrem obern freien Rande verläuft von der Basis der Frucht aus ein Gefässbündel, welches so viel Hauptäste, als Querscheidewände anstossen, herabschickt, welche Hauptäste sich etwa von der Mitte an gabelig spalten und dann ganz unten vielfach anastomosiren. Von den winzig kleinen Zellen der lederartigen Knospenhülle bei *Pilularia* sind die äussern in der obern dem Knospenkern näheren Hälfte liegenden Zellen etwas länger gestreckt, so dass sie eine Wulst um die Samenknospe bilden. Bei *Marsilea* sind die äusseren Zellen senkrecht auf die Fläche gestreckt, gelb und gehen unmittelbar in das einfache Integument über.

b. *Plantae thalamicae*.

§. 119.

Dreierlei ist es besonders, was die Phanerogamen von den ihnen in den wesentlichsten Verhältnissen so nahe stehenden Rhizocarpeen

trennt. Erstens die Entwicklungsgeschichte der jungen Pflanze, indem die Samenknospe mit der Mutterpflanze noch in lebendiger Verbindung den Pollenschlauch aufnimmt, dessen entwicklungsfähiges Ende sich hier zu einer Pflanzenanlage, dem Embryo, gestaltet, welcher sich dann in einem Zustande der plötzlich gehemmten Fortentwicklung mit der Samenknospe (jetzt Same genannt) von der Mutterpflanze trennt, um erst nach einiger Zeit die Hüllen abzustreifen und sich zur vollkommenen Pflanze zu entwickeln (zu keimen). Zweitens dadurch, dass die physiologische Verschiedenheit der beiden Organe, Samenknospe und Anthere, hier auch an den morphologischen Gegensatz von Stengel und Blatt gebunden wird. Drittens, dass die Fortpflanzungsorgane wieder (wie bei Moosen und Lebermoosen, nur in bestimmterer Abgrenzung) von einer Anzahl eigenthümlich modificirter Blätter, der Blüthe (*flos*) umgeben werden.

X. und XI. *Monokotyledonen und Dikotyledonen.*

§. 120.

Bei der Entwicklung des Pollenschlauchs zum Embryo tritt eine wesentliche Verschiedenheit ein, je nachdem sich nur ein erstes Blatt (*cotyledon*) aus dem ganzen Umfange der Stengelanlage hervorbildet, oder zwei und mehrere erste Blätter, die sich auf gleicher Höhe in den Stengelumfang theilen, gebildet werden. Hierauf beruht der Unterschied der Monokotyledonen und Di- oder Polykotyledonen, womit sich noch manche wesentliche Einzelheiten verknüpfen, z. B. dass die geschlossenen Gefässbündel den ersteren, die ungeschlossenen den letzteren eigen sind. Da indess die Verschiedenheit beider Gruppen bis jetzt noch sich bei zu wenig Theilen festhalten lässt, so ist's, um Wiederholungen zu vermeiden, besser, beide zusammen als Phanerogamen nach ihren einzelnen Organen abzuhandeln.

§. 121.

Bei seiner Bildung erreicht jeder phanerogame Embryo, wie allgemein zugegeben wird, eine Stufe, wo er als ein rundes oder eiförmiges ganz gleichförmig aus Zellen zusammengesetztes Körperchen in der Höhle der Samenknospe erscheint, an welchem weder Organ- noch

Strukturverschiedenheiten zu unterscheiden sind. Von diesem Zustande als einer völlig gesicherten Grundlage auszugehen, genügt, aber bis so weit muss man auch zurückgehen, um den ausgebildeten Embryo und die ganze Pflanze zu verstehen. Dieses Körperchen bildet alle Zellen, wodurch es wächst und sich entwickelt, innerhalb seiner eignen Begrenzung; es kommen keine organischen Theile von Aussen hinzu; es ist also die ganze Pflanze in einfachster Anlage. Die Mitte hört zuerst auf, neue Zellen zu bilden, unten (wo der Pollenschlauch in die Samenknospe eingedrungen) und oben (dem vorigen gegenüber) geht der Zellenbildungsprocess und damit die Entwicklung, aber in verschiedener Weise und natürlich entgegengesetzter Richtung fort. Unten (Wurzelvele) verlängert sich der Embryo in ein mehr oder weniger konisches Spitzchen, das Würzelchen (*radicula*). Oben (Stengelvele) zeigt sich Folgendes: Die Spitze verlängert sich in entgegengesetzter Richtung vom Würzelchen durch neue Zellenbildung, so dass die neugebildeten Zellen sich stets theils den ältern anlegen, theils als neubildende wieder die äusserste Spitze einnehmen. Mehr oder weniger unterhalb der Spitze ist eine Region, wo auch neue Zellen gebildet werden, aber so, dass die neugebildeten zum Theil nach Aussen gedrängt werden, zum Theil aber als fortbildende in der Nähe des Stengels verharren. So schiebt sich von dieser Region aus eine Zellgewebsmasse aus dem Stengel hervor, die entweder im ganzen Umfange am Grunde zusammenhängend als ein ungetrenntes Organ erscheint, oder gleich am Grunde sich in zwei oder mehrere Theile theilend, als zwei oder mehrere auf gleicher Höhe stehende Organe sich darstellt. Durch die Anordnung der Zellen an der sich verlängernden Spitze wird die genannte seitliche Region immer mehr von dem eigentlichen Heerde der lebendigen Zellenbildung entfernt; vielleicht deshalb ist nach einer bestimmten Zeit ihre Bildungsfähigkeit erschöpft. Die fernere Vergrösserung ihrer Organe hängt nur noch von der Ausdehnung der schon gebildeten Zellen ab, die jedoch auch ihre Grenzen hat. So zeigen sich uns hier zwei wesentlich verschiedene Formen bildende Processe, und ihre Producte nennen wir Grundorgane der Pflanze: Stengel (*caulis sens. str.*) das Product der ersten, ursprünglichen nach einer Richtung unbegrenzt fortwirkenden, bildenden Thätigkeit; Blatt (*folium*) das Product der zweiten, abhängigen, in ihrer eigenthümlichen Weise sich selbst begrenzenden Thätigkeit. Das erste Blatt oder die ersten Blätter nennt man auch Keim-

blätter (*cotyledones*). Beziehen wir die Bezeichnung auf eine vom Wurzelende nach dem Stengelende durch die Mitte des Embryo gezogene Linie*), die dann zugleich die Richtung für die Fortentwicklung des Würzelchens und des Stengels angiebt, so heisst der Stengel auch Axenbildung (*axis*), die Blätter seitliche Organe (*partes laterales, appendiculares*). Gewöhnlich bilden sich am Embryo ausser den Kotyledonen noch einige folgende Blätter, die man dann mit der sie tragenden Stengelanlage das Blattfederchen (*plumula*) nennt. Dann tritt eine Pause in der bildenden Thätigkeit ein, der Embryo ist fertig, der Same (die ihn umgebende Samenknospe) ist reif.

§. 122.

Nach kürzerer oder längerer Zeit der Ruhe beginnt die Entwicklung des Embryo zur Pflanze (das Keimen), wobei er die Hülle des ihn umgebenden Samens abstreift. Derselbe Process, der die Ausbildung des Embryo bewirkte, setzt sich nun wieder fort; das Würzelchen verlängert sich zur Wurzel, verästelt sich und die Axe verlängert sich auf die angegebene Weise und schiebt fortwährend ebenso Blätter hervor. So entsteht die einfache phanerogame Pflanze. Die Axen und Blätter nehmen aber nach und nach durch verschiedene Formen und Stellungsverhältnisse eine verschiedene morphologische Bedeutung an, bis ihre Entwicklungsfähigkeit durch Bildung eines neuen Individuums erschöpft ist und aufhört. Aus der Axe entwickeln sich häufig auf eine von der Bildung des Würzelchens und seiner Verästelungen sehr verschiedene Weise Organe, die man wegen vieler wesentlicher Uebereinstimmungen mit der ächten Wurzel Nebenwurzeln (*rad. adventitiae*) nennt. Es bleibt aber selten oder nie bei der einfachen Pflanze, sondern in den Winkeln, welche Blätter und oberer Stengeltheil machen, den Blattachsen, entstehen neue Zellenbildungsprocesse, die die Embryobildung aber ohne Wurzelende wiederholend Axen- und Blattanlagen bilden, welche man zusammen Achselknospen nennt. Auch an der Axe entstehen unter gewissen Bedingungen solche neue Individuen, zerstreute Knospen, endlich endet jede Axe, sie mag die der einfachen Pflanze oder eine aus einer Knospe hervorgegangene seyn, natürlich mit einer Axenanlage und einer Anzahl mehr oder weniger noch unentwickelter Blätter, die man zusammen Endknospe nennt. So erhal-

ten wir folgende Uebersicht der Pflanzentheile, die einzeln näher zu betrachten sind:

A. Wurzelorgane.

- 1) Das Würzelchen und seine Entwicklung. 2) Die Nebenwurzeln.

B. Axenorgane.

- 1) Die Axe und ihre Entwicklung. 2) Der Blütenboden, die Scheibe. 3) Der Samenträger. 4) Die Samenknospe. 5) Der Same.

C. Blattorgane.

- 1) Das Laubblatt. 2) Die Blumendecken. 3) Der Staubfaden. 4) Das Fruchtblatt. 5) Die Frucht.

D. Knospenorgane.

- 1) Die Knospen. 2) Die horizontale Axe. 3) Der Blütenstand. 4) Der Fruchtstand.

E. Das neue Individuum, der Embryo.

Der Bequemlichkeit wegen werde ich aber im Folgenden die Ordnung etwas ändern. Es genügt, auf die aus der Natur der Pflanze hervorgehende systematische Anordnung hier übersichtlich aufmerksam gemacht zu haben.

A. Wurzelorgane.

a. Aechte Wurzel (radix).

§. 123.

Beim Keimen beginnt im Würzelchen des Embryo meistens von Neuem ein Zellenbildungsprocess in der Weise, dass die äusserste Zellschicht der äussersten Spitze hinfort unverändert bleibt, dagegen unmittelbar darunter der Entwicklungsprocess beginnt, und von den neu entstandenen Zellen fortwährend ein Theil, fernerhin keine Zellen neu bildend, sich nach der Basis des Würzelchens anlagert, ein anderer Theil aber unmittelbar unter der Spitze den Entwicklungsprocess fortsetzt, so dass Basis und äusserste Spitze die ältesten Zellen enthalten, die Spitze vorgeschoben wird und unmittelbar unter ihr stets die jüngsten und deshalb zartesten Zellen sich befinden; so bildet sich das Würzelchen des Embryo zur Wurzel der Pflanze aus.

Auf die früher geschilderte Weise bilden sich an der Wurzel Epi-

blema und Gefässbündel, letztere stehen stets auf dem Querschnitt betrachtet in einem geschlossenen Kreise. Bei Monokotyledonen sind es geschlossene, bei Dikotyledonen ungeschlossene Gefässbündel. Sie schliessen ein geringes Mark ein. In der Rinde bilden sich zuweilen Bastbündel, Milchsafthälter und Milchsaftegefässe.

b. *Nebenwurzel* (radix adventitia).

§. 124.

Entweder unter begünstigenden äusseren Umständen (z. B. mässiger Feuchtigkeit, künstlich z. B. bei Stecklingen, natürlich durch das Aufliegen der schwachen Axe auf dem Boden, z. B. bei sogenannten Ausläufern) oder specifisch gesetzmässig, z. B. bei Gräsern, Pflanzen mit Luftwurzeln u. s. w. aus der Axe, ganz regelmässig aber aus der ächten Wurzel entwickeln sich auf eigenthümliche Weise Nebenwurzeln. Es entsteht in der Rinde dicht auf den Gefässbündeln eine kleine kegelförmige Gruppe bildungsfähiger Zellen, die sich von den umgebenden Zellen bis auf die Basis des Kegels völlig löst, und indem sie den eigenthümlichen Wachstumsprocess der Wurzel annimmt, sich durch die Rinde hindurch einen Weg ins Freie bahnt. Dabei drückt sie gewöhnlich den vor ihr liegenden Theil des Rindenparenchyms zusammen, dieser stirbt ab, reisst los und bleibt auf der Wurzelspitze oft noch lange als eine kleine Haube kleben, z. B. bei *Equisetum*, *Pandanus* u. s. w. Hiervon wohl zu unterscheiden ist das Wurzelmützchen (*calyptra*) an den Nebenwurzeln der im Wasser wurzelnden Pflanzen, z. B. *Lemna*, *Pistia* u. s. w.

Bei den meisten tropischen Orchideen, bei vielen *Pothos*-Arten haben die Nebenwurzeln, sie mögen in der Luft oder in der Erde sich entwickeln, einen eigenthümlichen Ueberzug über ihrer ächten Epidermis (siehe Thl. I. S. 258 d, 271) Ich nenne sie mit einem besondern Ausdruck, den sie zu verdienen scheinen, verhüllte Wurzeln (*radices velatae*).

Wenn sich die Nebenwurzeln gesetzmässig bei einer Pflanzenart an den der Luft ausgesetzten Stengeltheilen erzeugen, so nennt man sie mit einem überflüssigen Kunstausdruck Luftwurzeln (*radices aëreae*).

Jede Bewurzelung einer Axe oder einer Knope ausser dem Embryo

geschieht durch Nebenwurzeln. Die Region dicht unterhalb einer Blattbasis scheint die Wurzelbildung zu begünstigen.

Bei der Bildung der Nebenwurzeln entwickelt sich in denselben, vom Gefässbündel des Stengels ausgehend, ein Gefässbündel.

§. 125.

Die Formenverschiedenheiten der Wurzeln und Nebenwurzeln sind sehr wenig mannigfaltig und beruhen auf ihrer Richtung; Anordnung sowohl zum Stamm als auch der Aeste unter sich; übermässige Parenchymbildung an bestimmten Stellen und Holzbildung durch die ungeschlossenen Gefässbündel bei den Dikotyledonen. Keine Wurzel ist fähig, Blätter hervorzubringen. Nur die verholzte Wurzel (*caudex*) kann Knospen bilden. Bei einem grossen Theil der Monokotyledonen, namentlich bei den Gräsern und allen denen, deren Same mit einem Deckelchen (siehe unten beim Samen) versehen ist, selbst bei einigen Dikotyledonen, z. B. *Nelumbium*, entwickelt sich das Würzelchen beim Keimen gar nicht. Ihnen fehlt also die ächte Wurzel ganz; statt dessen bilden sie sogleich Nebenwurzeln (s. den vorhergehenden §.).

B. Axenorgane.

a. Von der Hauptaxe (*axis primarius*) oder der Axe der einfachen Pflanze (*zweiter Ordnung*).

§. 126.

Die aus dem Embryo hervorgehende Axe heisst die Hauptaxe (Axe der einfachen Pflanze), die aus Knospen hervorgehenden secundäre Axen.

Der ganzen Betrachtung der Axenbildungen müssen wir die Bemerkung voranschicken, dass alle nach spezifischer Eigenthümlichkeit der Pflanze bestimmt entweder nur einen Sommer (eine Vegetationsperiode, einjährige Axen) leben, oder eine längere Dauer haben (perennirende Axen). Erstere nenne ich vorzugsweise Stengel (*caulis* im engeren Sinne), letztere Stamm (*truncus*). Erstere leben dann

wieder nur für den Anfang der Vegetationsperiode, oder nur für das Ende, z. B. blüthentragende Stengel, oder für die ganze Vegetationsperiode.

Vom Embryozustande an entwickeln sich an der Spitze der Axe fortwährend Blätter und zwar mit geringen Unterschieden immer dicht aufeinander folgend, so dass zwischen je zwei nächsten Blättern stets nur ein sehr kurzes Axenstück (Stengelglied, *internodium*) vorhanden ist. Die dieses Internodium zusammensetzenden Zellen fahren aber häufig noch fort, eine kurze Zeit lang Zellen zu bilden, bis deren genügend angelegt sind, um durch ihre blosse Ausdehnung und fernere Entwicklung die Ausbildung des Stengelgliedes vollkommen zu machen. Bei dieser fernern Ausbildung wird nun das Stengelglied entweder in die Länge gestreckt und dadurch je zwei nächste Blätter von einander entfernt, oder nicht, so dass die Blätter unmittelbar übereinander stehen bleiben. Dieses bedingt den allerwichtigsten morphologischen Unterschied in den Axenorganen, den zwischen Axen mit entwickelten und unentwickelten Stengelgliedern. Ausschliesslich aus entwickelten Stengelgliedern bestehende Axen kommen wohl nur bei Dikotyledonen vor. Bei allen Axen mit nur unentwickelten Stengelgliedern, bei allen Monokotyledonen und vielen Dikotyledonen macht sich die Sache so, dass jedes folgende Stengelglied, statt sich in die Länge zu strecken, sich scheibenförmig in die Breite ausdehnt und zwar immer jedesmal um etwas mehr als das vorhergehende, so dass dadurch allmählig eine genügend breite Basis gewonnen wird, worauf die Axe fernerhin mit entwickelten oder unentwickelten Gliedern cylindrisch in die Höhe steigt. Dabei wächst aber natürlich auch die Basis der Terminalknospe und diese wird ein längerer oder kürzerer, spitzer oder stumpfer geendeter Kegel. Dem entsprechend sind auch die unentwickelten Stengelglieder gewöhnlich hohle aufeinander gestülpte Kegel. Doch kommen sie auch als reine Scheiben, ja selbst als concave Scheiben bis zur Becherform vor.

Diese beiden Formen der Axe mit entwickelten und unentwickelten Internodien und beide nach ihrer verschiedenen Dauer können in der ganzen Länge derselben Axe öfter wechseln (noch mehr in den verschiedenen Axen der durch Knospenbildung zusammengesetzten Pflanze). Für die einzelne Pflanzenart ist diese Zusammensetzung ganz bestimmt und bedingt mit ihre Tracht (*habitus*).

Da wo das Blatt mit der Axe zusammenhängt, **Knoten** (*nodus*), zeigt dieselbe häufig eine eigenthümliche Anschwellung oder Zusammenziehung, oder beides, und zwar bald unter, bald über der Blattbasis, bald an beiden Stellen. Bei entwickelten Stengelgliedern ist es am häufigsten, besonders wo die Blattbasis den ganzen Umfang der Axe einnimmt, oder mehrere Blätter sich vollständig in denselben theilen. Verschiedene Structurverhältnisse entsprechen dieser äussern Erscheinung und man theilt danach die Knoten ein in vollständige Knoten, wo die genannte Eigenthümlichkeit stattfindet, und unvollständige, wo sie nicht stattfindet.

In seltenen Fällen bildet sich an der Stelle des Knotens durch anatomische Verhältnisse eine sogenannte Gelenkbildung (*articulatio*), in der Weise, dass die Axe hier leicht mit glatten Bruchflächen abbricht, oder sogar zu bestimmter Zeit sich von selbst von der Pflanze trennt, z. B. viele Blüten- und Fruchtsiele.

Ferner ist hier noch die schon früher gemachte Bemerkung (§. 68.) zu wiederholen, dass jeder Pflanzentheil sich nach einer, zwei oder drei Dimensionen des Raums entwickeln kann, daher neben den langen dünnen und kurzen, dicken, fast kugeligen Axen auch flache, bandförmige oder blattartige gleich möglich sind.

Endlich ist hier noch zu bemerken, dass es nur sehr wenige Pflanzen giebt, deren Axe durchweg homogen ist, sowohl der Form (wie etwa *Lemna*, die ganz aus einem unentwickelten Stengelgliede besteht), als auch der Dauer nach (die wenigen ganz einjährigen Pflanzen, die weder vergängliche Stengelglieder beim Keimen bilden, noch auch später nur kurz dauernde Blütenstiele entwickeln, ausgenommen). Die meisten Pflanzen haben heterogene Axen, insbesondere so, dass Stengelglieder von verschiedener Form aufeinander folgen (wie fast bei jeder Pflanze), oder so, dass die Stengelglieder verschiedene Dauer haben (wie bei den vielen Pflanzen, wo die untern Stengelglieder einen Stamm bilden, während die obern Stengel bleiben).

b. Richtungsverschiedenheiten.

§. 127.

Jede Axe der einfachen Pflanze (zweiter Ordnung) entwickelt sich beim Keimen anfänglich gerade aufwärts von ihrem Boden, so dass die

Linie, die die Spitze von Terminalknospe und Würzelchen verbindet, eine gerade oder doch fast gerade, senkrechte Linie auf die Ebene des Bodens der Pflanze, also meist auf die Fläche des Horizonts darstellt. Von diesem Gesetz weichen nur scheinbar die schwimmend keimenden Pflanzen ab, weil es ihnen in dem flüssigen Medium an einem festen Punkt fehlt, an welchem sie sich aufrichten könnten, sie entwickeln sich daher gleich von Anfang an horizontal (schwimmend). Jene verticale Richtung bleibt aber für die fernere Entwicklung der Axe nur dann Gesetz, wenn dieselbe im Verhältniss zu ihrer Masse auch durch die Entwicklungsweise der untersten Internodien eine genügend breite Basis, durch die gehörige Entwicklung der Wurzeln oder Nebenwurzeln eine sichere Befestigung im Boden, und endlich durch Structurverhältnisse bedingt, eine genügende Steifigkeit erlangt hat. Nur die äusserste sich stets neu entwickelnde Spitze behält immer das Bestreben, aufwärts zu wachsen. Auch hier wechseln die Verhältnisse oft in der Länge einer und derselben Axe nach spezifischer Eigenthümlichkeit. Es folgen z. B. auf den geraden Anfang einige schwächere Stengelglieder, dann wieder stärkere, die sich aufrichten (*caulis adscendens*), oder auf mehrere steife, am Ende einige schlaffe (*caulis nutans*). Selten folgen auf ein anfänglich zwar senkrechtes, aber schwaches Stengelglied lauter feste derbe, die für immer flach auf dem Boden fortwachsen, wie z. B. bei *Nymphaea*, deren Axe sich nie vom Boden erhebt.

Die Axe wächst übrigens bei ihrer Fortbildung entweder gerade aus, oder hat die eigenthümliche Tendenz sich zu drehen, wodurch sie um ihre eigene Axe gedreht erscheint, wenn sie frei fortwächst, oder in Berührung mit einem dünnen festen Gegenstand sich um diesen spiralig aufrollt und zwar specifisch gesetzmässig als links oder rechts gewundene Spirale. Endlich ist noch das Verhältniss zwischen zwei einander folgenden Stengelgliedern zu beachten, die nicht immer in einer geraden Linie liegen, sondern oft gegen einander bestimmte Winkel bilden (*caulis geniculatus*). Häufig bleibt die Hauptaxe, weil sie nur aus lauter unentwickelten Stengelgliedern besteht, die von Unten nach Oben allmählig wieder absterben, stets unter der Erde, unterirdischer Stengel und Stamm (*caulis, truncus hypogaeus*).

c. *Von den Nebenaxen (axis secundarius).*

§. 128.

In jeder Blattachsel (Axillarknospe), unter begünstigenden Umständen an jeder Stelle eines Holzstammes (Adventivknospe) können Knospen entstehen; aus ihnen gehen wie aus dem Embryo vollkommene Pflanzen mit Axe und Blättern hervor, aber der Art ihrer Entstehung zufolge ohne Wurzelende; daher kommen ihnen auch, wenn sie selbstständig werden, ausschliesslich Nebenwurzeln zu. Mit der Hauptaxe verbunden nennt man diese Nebenaxen, wenn einjährig, Zweige, wenn perennirend, Aeste, die Art der Zusammensetzung im Allgemeinen, die Verästelung der Pflanze*). Es giebt sehr wenig vollkommen einfache Pflanzen (zweiter Ordnung), die meisten sind zusammengesetzt, wenigstens in der Weise, dass ihre Knospen Blüthen bilden; da jede Blütenbildung aber die fernere Fortentwicklung der Axe aufhebt, so kann man Pflanzen, deren Axillarknospen ausschliesslich Blüthen sind, auch einfache nennen. Die Art der Verästelung charakterisirt hauptsächlich die eigenthümliche Physiognomie der ganzen Pflanze (die Tracht, *habitus*). Für die Adventivknospen giebt es gar keine Regelmässigkeit; die Stellung der Axillarknospen ist aber bedingt durch die Stellung der Blätter und ergibt sich aus dieser von selbst, sobald alle Knospen sich gleichförmig entwickeln. Dies findet aber oft nicht statt, indem gesetzmässig bestimmte Knospen entweder gar nicht zur Entwicklung gelangen, oder nur vergängliche Blüthen bilden, und daher wenigstens für die perennirende Pflanze so gut wie nicht entwickelte Knospen sind. So z. B. bildet sich an *Lemna* nie eine Terminalknospe, sondern nur zwei Seitenknospen; diese trennen sich gewöhnlich bald von der Mutterpflanze und entwickeln sich auf gleiche Weise und so fort. *Viscum album* bildet jede Terminalknospe zur Blütenknospe aus, da nun die Blätter und also auch die Knospen zu zweien auf gleicher Höhe der Axe sich gegenüber stehen, scheint sich der Stamm wiederholt gabelig zu theilen. Bei sehr vielen, besonders perennirenden Monokotyledonen kommen ausser den zum Blütenstand auswachsenden regelmässig gar keine Axillarknospen

*) Blütenstand und Fruchtstand ist eigentlich ganz dasselbe, nämlich die Verästelung, insofern die letzten Zweige Blüthen u. s. w. tragen.

zur Ausbildung, so bei den meisten Palmenstämmen und sogenannten baumartigen Liliaceen, *Yucca*, *Aletris* u. s. w. Dasselbe findet sich bei einigen Dikotyledonen, z. B. *Carica*, *Theophrasta*. Ferner bestimmt die verschieden rasche und kräftige Entwicklung eigenthümliche Formen. Entwickelt sich die Hauptaxe wenig oder gar nicht im Verhältniss zu den Nebenaxen, so bildet sich der sogenannte *caulis deliquescent*, der verschwindende Stengel (bei *Prunus spinosa*); entwickeln sich mit der Hauptaxe auch alle Nebenaxen verhältnissmässig gleich kräftig, so zeigt die Pflanze (*axis ramosus*) in der Regel eine sehr länglich eiförmige Gestalt wie die italienische Pappel; entwickeln sich die untern Aeste rascher als die obern, so dass alle Spitzen in einer Ebene liegen, so zeigt sich die gegipfelte Pflanze (*axis fastigiatus*) u. s. w. Besonders wichtig für die Charakteristik der Landschaft wird aber noch das frühe Absterben aller untern Aeste bei perennirenden Pflanzen, wodurch die so charakteristische Trennung des Baums im Stamm und Krone oder einfache und verästelte Axe bedingt wird.

Endlich ist hier noch zu erwähnen, dass gar häufig die Hauptaxe, bald nachdem sie sich aus dem Embryozustande entwickelt hat, abstirbt, während eine oder mehrere der untersten Seitenknospen und zwar horizontal unter oder auf der Bodenfläche fortwachsen, ohne sich selbst je aufzurichten, und nur die aus ihren Seitenknospen hervorgehenden Axen frei in die Luft erheben. Diese aus Seitenknospen hervorgegangenen horizontalen Axen nenne ich ausschliesslich Wurzelstöcke (*rhizoma*). Beispiele geben *Pteris aquilina*, *Equisetum arvense*, *Phragmites communis*, *Carex arenaria*, *Gratiola officinalis* (?), *Dentaria bulbifera* (?) etc.

d. Von der Structur der Axengebilde.

§. 129.

Jede Axe besteht in ihrem ersten Auftreten wie alle Pflanzentheile allein aus Zellgewebe; in diesem bilden sich erst allmählig die Gefässbündel und zwar als geschlossene oder ungeschlossene (vgl. §. 26.). Dies ist allen Phanerogamen gemeinschaftlich. Mir ist (ausser *Wolffia Hork.*) keine

phanerogame Pflanze ohne Gefässbündel (wenn schon ohne Gefässe, vergl. Th. I. S. 250) bekannt.

Daneben bilden sich bei verschiedenen Pflanzen nach verschiedener Anordnung noch Bastzellen (I. S. 251) aus, bald als Bündel, bald als geschlossener Ring, bald einzeln im Parenchym zerstreut, Mittelformen zwischen Bast und Parenchym (I, 253) bald einzeln, bald als Bündel; Milchsaftgefässe (I. 253) und Behälter eigner Säfte (§. 24.), Spiralfaserzellen und poröse Zellen (§. 18.) in Gruppen oder zerstreut; endlich Luftcanäle und Luftlücken (§. 24.), erstere häufig regelmässig angeordnet, besonders bei Wasser- und Sumpfpflanzen, letztere meist die Axe der Stengelglieder einnehmend, z. B. Gräser, Umbelliferen u. s. w. Jede Axe ist anfänglich mit Epidermis oder Epiblema (§. 29.) bedeckt, je nach dem Medium, in welchem sie vegetirt. Hier bilden sich dann auch häufig alle Anhängsel des Epidermoidalgewebes, namentlich Drüsen, Haare u. s. w. und Korksubstanz (I, 270). Die daraus hervorgehenden Verschiedenheiten sind so mannigfaltig, dass sie bis jetzt noch schwer oder gar nicht eine allgemeine Behandlung zulassen; wichtiger und allgemeiner zu behandeln sind die Verschiedenheiten, die aus der verschiedenen Anordnung und Natur der Gefässbündel hervorgehen. Alle Gefässbündel sind gewöhnlich von einander durch Parenchyma getrennt; seltner bilden sie einen völlig geschlossenen Kreis. Die getrennten sind aber entweder in einen einzigen Kreis gestellt (die meisten Dikotyledonen), oder im Parenchyma zerstreut. Die letztern bilden wieder im Ganzen einen Kreis, der wie die vorigen eine bestimmte Portion Zellgewebe (Mark) im Centrum einschliesst (z. B. die meisten Gräser, viele Umbelliferen, Nyctagineen, Chenopodeen, Amarantaceen), oder eine solche Ordnung zeigt sich nicht (rohrartige Palmen, Gräser mit dichten Stengeln). Der letztere Unterschied kommt mir sehr unwichtig vor, da er in einer und derselben Familie bei nah verwandten Pflanzen variirt, z. B. bei Mais (durch das ganze Parenchym zerstreute Gefässbündel) und *Phalaris* (zerstreute Gefässbündel, die ein Mark umschliessen). Ueberall da, wo die Anordnung der Gefässbündel eine solche Grenze zwischen Eingeschlossenem und Ausgeschlossenem andeutet, nennt man das Innere Mark (*medulla*), das Aeusserere Rinde (*cortex*). Das Zellgewebe zwischen den Gefässbündeln, welches Mark und Rinde in Verbindung setzt, nennt man grosse Markstrahlen. Bei den einfachsten Pflanzen kommt nur ein centrales Gefässbündel vor,

oder ein ähnlicher ganz geschlossener Ring langgestreckter (Gefässbündel-) Zellen wie bei den Moosen, welcher aber im Centrum wieder Parenchym einschliesst (z. B. *Ceratophyllum*). Bei flachen Stengeln, z. B. *Spirodela*, *Ruscus*, liegen auch die Gefässbündel in einer Fläche (auf dem Querschnitt in einer Linie). Beide haben also nur Rinde und kein Mark.

Die Rinde besteht ausser der Epidermis aus Zellgewebe, in welchem man im Allgemeinen nur ein gleichförmiges Parenchym, zuweilen besonders an perennirenden Axen aber zwei Lagen unterscheiden kann; 1) die *äussere*, welche aus langgestreckten Zellen mit dicken, aber fast gelatinösen, meist porösen Wänden besteht, deren Grenzen oft gar nicht zu unterscheiden sind, deren Zwischenräume mit Intercellularsubstanz erfüllt sind, und 2) die *innere Lage*, welche meist aus rundlichem, dünnwandigen, lockern Parenchym gebildet ist. In der letzten kommen allein Saftbehälter, Milchgefässe, besondere Zellenformen mit besonderm Inhalt vor, in ersterer fast nur Zellen mit homogenen wasserhellen oder roth gefärbten Säften und zuweilen Krystalle enthaltend. Beide Schichten kommen bei den Stämmen, deren Oberhaut erst sehr spät Kork bildet, meist scharf getrennt vor (z. B. bei den Cacteen), bei andern Stämmen und Stengeln gehen sie oft sehr allmählig in einander über. Vor den Gefässbündeln in der innern Rindenlage liegen häufig entweder Bastbündel, oder Milchsaft führende Bastbündel, wirkliche Milchsaftgefässe oder Milchsaftgänge. Da diese sich oft gegenseitig einander ausschliessen, oft von allen keine Spur vorhanden ist, kann man den Bast durchaus nicht als wesentlichen Bestandtheil der Rinde (als innerste Rindenlage) nennen, noch fehlerhafter ist es, die Cambialschicht, die bei weitem mehr den Gefässbündeln angehört, als innerste Rindenschicht zu bezeichnen.

Bei den Stämmen bildet die Epidermis früher oder später Korksubstanz, die entweder allmählig in Lagen abgesondert wird wie anfänglich bei der Birke, oft nur allmählig von den Atmosphärien zerstört wird und daher zum Theil bedeutende Dicke annimmt, wie bei der Eiche, oft aber auch sammt dem äussern Theil der innern Rindenlage und der äussersten Bastschicht abgeworfen wird und sich nicht wieder erzeugt. Im letztern Falle bilden sich alljährlich neue Bast- und innere Rindenschichten, aber mit eigenthümlicher dem Korkgewebe ähnlicher Zellenform

und es werden ebenso alljährlich die äusseren abgeworfen, wie z. B. beim Weinstock.

Das Mark endlich besteht gewöhnlich nur aus Parenchym, was im spätern Alter dickwandig und porös wird. Oft enthält es auch einzelne verästelte Bastzellen (*Rhizophora Mangle*), Milchsäftgefässe, Behälter eigenthümlicher Säfte u. s. w.

Die Gefässbündel entstehen nach dem Zellgewebe in derselben Ordnung, wie dieses, oder vielmehr so wie sich allmählig nach einander das Zellgewebe bildet, geht stets auch allmählig ein Theil desselben in Gefässbündelgewebe über. Die Richtung der Gefässbündel hängt also ganz von der Richtung der bildenden Thätigkeit ab. Demzufolge bildet auch für den Verlauf der Gefässbündel der im §. 126. ausgeführte Unterschied von entwickelten und unentwickelten Stengelgliedern die Hauptgrundlage. Bei ersteren, wo der Bildungsprocess von Unten nach Oben gleichsam in Horizontalscheiben fortschreitet, sind auch die Gefässbündel gerade, der Axe des Stengelgliedes ziemlich parallel, z. B. *Tradescantia*, *Tropaeolum*, wo dagegen sich in dem Terminaltriebe gleichsam ein Kegelmantel auf den andern setzt, erhalten die Gefässbündel bei ihrer ersten Bildung einen Verlauf von der Basis des Kegelmantels bis an seine Spitze, also vom Umfang des Stengelgliedes bis an seine Axe, und nachher, wie sich neue Stengelglieder aufsetzen, bilden die Gefässbündel des ersten Kegelmantels sich durch die folgenden fort wieder bis zum Umfang, wo sie in die Blätter oder Knospen eintreten. Sie machen also einen nach Innen convexen Bogen, dessen Länge und Convexität von der Form der Terminalknospe abhängt. Sehr convex ist der Bogen z. B. bei *Yucca*, *Mamillaria*, gestreckter bei den Palmen, *Dracaena*, *Iris*. Da alle neuen Theile in der Axe immer ausserhalb der primären Gefässbündel sich bilden, sey es nun die Verdickung der alten Gefässbündel bei Dikotyledonen, oder die Anlage neuer Gefässbündel bei Monokotyledonen, so müssen die ältern und tiefer an der Axe nach der Peripherie zu Blättern und Knospen verlaufenden Gefässbündel nothwendig sich mit den jüngern, höher in die Axe hinaufsteigenden Gefässbündeln oder deren Fortbildungsmassen, die nach Aussen von ihnen entstanden sind, kreuzen. Am deutlichsten ist das Verhältniss natürlich da, wo geschlossene Gefässbündel sind, indess sieht man auch deutlich genug, wie bei *Mamillaria*, *Melocactus* die zu untern Blattbasen gehenden Gefässbündel aus dem innersten Theile der Holz-

masse kommend quer vor allen später entstandenen Theilen bogenförmig vorbeilaufen.

Da wo ein Blatt abgeht, pflegen sich bei Dikotyledonen immer, bei Monokotyledonen wenigstens undeutlicher, oft gar nicht, mehrere benachbarte Gefässbündel an einander zu legen und eine Schlinge (*ansa*) zu bilden, aus deren Umfang die Gefässbündel für das Blatt und die Axillarknospen abgehen.

Aus den ungeschlossenen Gefässbündeln der Dikotyledonen bildet sich bei längerer Dauer das Holz. Die zwischen ihnen neu entstehenden Zellen, die den Markstrahlzellen entsprechen, werden wieder Parenchym- oder Markstrahlzellen, denn diese durch die Ausdehnung der Gefässbündel von den Seiten zusammengedrückt weichen in ihrer Form etwas von den gewöhnlichen Parenchymzellen ab. Aber es bleiben auch ausserdem oft eine oder einige Zellen Parenchymzellen und beginnen so mitten im Holz Markstrahlen (kleine Markstrahlen genannt), die zuweilen lange fortgebildet werden, zuweilen nach einiger Zeit wieder aufhören. Das Holz wächst gewöhnlich nicht fortwährend gleichförmig an; insbesondere da, wo wegen klimatischer Verhältnisse jedes Jahr ein Wechsel zwischen ruhender und wiederbelebter Vegetation eintritt, bilden sich im Anfang der Vegetationsperiode mehr Gefässe, am Ende mehr und stärker in ihren Wänden verdickte und engere Holzzellen. Dadurch entsteht eine Abtheilung des Holzes in mehr oder weniger concentrische hohle Cylinder, oder auf dem Querschnitt Ringe, die man Jahresringe nennt.

Bei den Dikotyledonen, deren Gefässbündel in mehrern Kreisen stehen, schliessen sich die Gefässbündel durch ihre allmähliche Entwicklung nach und nach an einander und bilden eine dichte Holzmasse, in der aber dann die einzelnen verticalen Stränge des den einzelnen Gefässbündeln zugehörigen Cambium verlaufen, was dem Holz ein eignes Ansehen giebt, z. B. sehr schön bei den *Pisonia*-Arten zu beobachten.

e. Uebersicht der Axengebilde und Terminologie.

§. 130.

Nach den in den vorigen Paragraphen abgehandelten Gesichtspunkten scheinen mir nun folgenden Unterscheidungen wichtig zu werden.

1) Dauer.

- A. Einjährig. Stengel (*caulis*).
 Stengelglieder (*internodia*).
 - a) Nur den Anfang der Vegetationsperiode dauernd, vergängliche (*internodia fugacia*).
 - b) Die ganze Vegetationsperiode dauernd (*int. annua*).
 - c) Nur das Ende der Vegetationsperiode dauernd (*int. serotina*).
- B. Perennirend. Stamm (*truncus*).

2) Stellung zum Boden.

- A. Oberirdisch (*epigaeus*).
- B. Unterirdisch (*hypogaeus*).

3) Form.

- A. Entwickelte Stengelglieder (*int. elongata*).
- B. Unentwickelte Stengelglieder (*int. abbreviata*).
- C. Scheibenförmig ausgedehnte Stengelglieder (*int. disciformia*).
- D. Concave Stengelglieder (*int. concava*).

NB. Steife, spitze, blattlose oder entblätterte Stengelglieder nennt man Dornen (*spinae*), weiche, sich drehende, und daher um fremde Gegenstände schlingende Ranken (*cirrhi, capreoli*).

4) Verschiedene Stengelglieder derselben Axe.

- A. Aechte Blätter und Aeste tragende (*caulis* und *truncus*).
 NB. Zuweilen entwickeln sich keine Blätter (*axis aphyllus*), oder sie fallen bald ab, bei dem *truncus* meist am Ende des ersten Jahres (*axis denudatus*). Der Stengel kann aus dem Terminaltrieb eines Embryo heranwachsen, wie bei der einfachen Pflanze, oder aus einem Stamm. Einen Stengel aus einem Stamm hervorstwachsend könnte man *scapus* nennen, es ist aber ein völlig überflüssiges Wort.
- B. Nur Bracteen, Bracteolen und Blüten tragende, Blütenstiele (*pedunculi*); bei zusammengesetztem Blütenstand heisst das die einzelne Blüte tragende Stengelglied Blütenstielchen (*pedicellus*).
Receptaculum ist ein bei Synanthereen überflüssiger Ausdruck;

einfacher und richtiger ist *pedunculus disciformis*, *conicus* etc. Ebenso bei *Ficus*, *pedunculus concavus*.

- C. Stengelglieder zwischen Kelch und Pistill. Blumenboden (*torus*). Z. B. bei einigen Rosaceen, *torus disciformis* (bei *Potentilla*), *t. concavus* (bei *Rosa*).
 - a. Stengelglieder zwischen Kelch und Staubfäden, (z. B. *Rubus*), oder Kelch und Blumenkrone (z. B. *Passiflora*), die Scheibe (*discus*), z. B. *d. planus* bei *Geum*, *d. tubulosus* bei *Cereus grandiflorus*.
 - b. Stengelglieder zwischen Blumenkrone und Staubfäden. Staubfäden-träger (*androphorum*), z. B. *a. elongatum* (bei *Cleome*).
 - c. Stengelglieder zwischen Staubfäden und Stempeln, Stempelträger (*gynophorum*), z. B. *g. conicum* bei *Rubus*.
- D. Stengelglieder zwischen Kelch und Samenknospen als hohle Scheibe die Samenknospen umschliessend, unterständiger Fruchtknoten (*germen inferum*), z. B. bei den Synanthereen, Orchideen.
- E. Stengelglieder zwischen Staubfäden und Samenknospen als mit den Rändern zusammengebogene Platten, in deren Höhle die Samenknospen sich befinden, Stengelpistill (*pistillum cauligenum*). Bei Liliaceen und Leguminosen (?).
- F. Ende der Stengel im Fruchtknoten, a. Samenträger (*spermophorum*), b. Samenknospe (*gemmula*). (Deren Theile siehe unten bei der Samenknospe.)

5) Nach den Knoten.

- A. Mit unvollständigen Knoten (*caulis*, *truncus*).
- B. Mit vollständigen Knoten.
 - a. Stengel (*culmus*).
 - b. Stamm (*calamus*).

NB. Man kann recht zweckmässig diese Unterschiede auch durch einen bestimmten Terminus festhalten, muss dann aber auch den Stengel der Caryophyllen, der meisten Umbelliferen und Labiaten, *culmus*, den Stamm von *Bambusa*, *Calamus*, *Piper*, *Aristolochia* u. s. w. aber auch consequent *calamus* nennen. Uebrigens haben die Ausdrücke *culmus* und *calamus* gar keinen Sinn, denn man könnte nicht anders definiren als ein Stengel, wie er bei den Pflanzen vorkommt, denen man einen solchen Stengel zuschreibt, erste-

rer nämlich bei einigen Gräsern, letzterer bei einigen Cyperaceen.

6) Verschiedene Axen der zusammengesetzten Pflanze.

A. Hauptaxe aus der Terminalknospe des Embryo hervorgegangen (*caulis vel truncus primarius*).

B. Nebenaxe aus Axillar- oder Adventivknospen hervorgegangen (*c. v. tr. secundarius*).

NB. Noch in Verbindung mit der Hauptaxe, Ast oder Zweig (*ramus*) genannt.

C. Verästelung der Axe (*ramificatio*).

Verästelung des *pedunculus* (*inflorescentia*).

D. Nebenaxe, die unter der Erde fortwächst und nur ihre Nebenaxen über den Boden erhebt, Wurzelstock (*rhizoma*).

NB. Für Nebenaxen, die an der Erde liegen, weil sie zu schlaff sind, um sich aufzurichten, hat man noch eigne Ausdrücke, die aber, wie mir scheint, sehr überflüssig sind. *Flagellum*, *stolo*, *sarmentum*, Ausläufer, Wurzelsprosse, die bald nach dem Beblättertseyn, bald nach der Bewurzelung, bald so, bald so unterschieden werden, und wieder vom *caulis repens*, *humifusus*, *prostratus*, *procumbens*, *decumbens*, *sarmentaceus*, und was dergleichen Wortmacherei mehr ist, verschieden seyn sollen, und doch durch kein Merkmal sich trennen lassen.

E. Nach Art der Verästelung und Dauer unterscheidet man auch zweckmässig:

a. Einfache Pflanze, deren Seitenknospen nur Blüthen sind (*herbula*), z. B. *Cuscuta*, *Myosurus*.

b. Verästelte Stengel, Kraut (*herba*), z. B. *Anagallis*, *Veronica verna*.

c. Mit unterirdischen Stämmen, oberirdischen Stengeln, Staude (*suffrutex*), z. B. *Aconitum Napellus*, *Paeonia officinalis*.

d. Von Unten auf verästelter Stamm ohne Vorherrschen des Hauptstammes, Busch (*frutex*), z. B. *Prunus spinosa*, *Juniperus sabina*.

e. Stamm, dessen untere Aeste bald absterben, der nur eine Krone trägt, Baum (*arbor*), z. B. *Pyrus torminalis*, *Fagus sylvatica*.

NB. Zu den Bäumen rechnet man auch die zwar von Unten auf verästelten Stämme, bei denen aber die Hauptaxe überwiegend entwickelt und bis in die Spitze leicht zu verfolgen ist, z. B. *Populus dilatata*, *Abies excelsa*. Man könnte sie auch als *arbor fruticosa* bezeichnen.

C. Blattorgane.

a. Blattorgane im Allgemeinen.

§. 131.

Auch die Blätter (*folia*) kann man eintheilen in einjährige (*folia annua*) und perennirende (*f. perennia*), die ersten wieder in vergängliche (*f. decidua*), die nur im Anfang der Vegetationsperiode leben, jährige Blätter (*f. annua sensu str.*), die die ganze Vegetationsperiode durch leben, und Spätblätter (*f. serotina*), erst am Ende der Vegetationsperiode sich ausbildende Blätter. Mit wenigen Ausnahmen hat jede Pflanze vergängliche Blätter, nämlich die Kotyledonen, und oft auch noch die darauf folgenden. Als Pflanzen ohne Kotyledonen sind bis jetzt mit Sicherheit nur die Orchideen, einige *Cuscuta*-Arten*) und einige Cacteen bekannt. Andere, z. B. die *Rhizanthaeae*, sind noch nicht genügend untersucht. Die folgenden Blattorgane bis zu den Blütenstielen fehlen vielen Pflanzen ganz, z. B. allen Cacteen mit Ausnahme von *Peireskia* und einigen *Opuntia*-Arten, bei andern sind sie jährlich, z. B. *Alnus*, oder perennirend, z. B. *Pinus*. Die Blüthentheile, als die meist zuletzt sich ausbildenden Blätter fehlen keiner phanerogamen Pflanze.

I. Der allgemeine Charakter aller Blattorgane liegt allein in der Entwicklungsgeschichte, wie schon oben (§. 120.) dargestellt wurde. Es folgt aus dem dort Angeführten, dass sich das Blatt gleichsam aus der Axe hervorschiebt, dass die Spitze sein ältester, die Basis sein jüngster Theil ist. Es folgt ferner daraus, dass die bildende Thätigkeit im Blatte eine beschränkte ist, niemals lange fortdauert, wenn sich der Terminaltrieb durch Auswachsen weiter von ihm entfernt. Endlich zeigt sich durch Beobachtung der Entwicklungsgeschichte noch, dass das

Blattorgan als bestimmtes Product der Formenbildung gänzlich von der Axe bestimmt wird, dass der eine Zeitlang darin dauernde Bildungsprocess wohl das Volumen etwas vergrössern und auf die innere Structur von Einfluss seyn, niemals aber die angelegte Form umändern kann. So ist also das Blatt die aus der Grundlage der Pflanze, der im Wachsthum und daher morphologisch unbeschränkten Axe, hervorgehende, im Wachsthum und daher morphologisch beschränkte Form; unter diesen Begriff fallen alle Blattorgane und alle Axen sind ausgeschlossen.

II. Sowie das Blatt aus der Axe hervortritt, ist es kegelförmiges Zäpfchen, dessen Basis nach und nach den ganzen Umfang der Axe einnimmt, stengelumfassendes Blatt (*f. amplexicaule*), oder sich mit einem oder mehrern andern, auf gleicher Höhe an der Axe mit ihm entstandenen Blättern in den Umfang der Axe theilt, wirtelständige Blätter (*f. verticillata*), oder endlich sich auf einen geringen Theil des Umfangs beschränkt, ohne dass auf gleicher Höhe mit ihm noch ein Blatt an der Axe entstände, zerstreute Blätter (*f. sparsa*). Diese drei verschiedenen Stellungen der Blätter an der Axe sind ohne alle Frage, als ursprünglich, an der Pflanze vorhanden. Die erste finden wir beim Keimblatt der Monokotyledonen, die zweite bei den Keimblättern der Dikotyledonen. Sehen wir aber bei den Monokotyledonen von dem Merkmal des Stengelumfassens ab, indem wir allein festhalten, dass auf einer Höhe des Stengels sich nur ein Blatt bildet, verfolgen wir die fernere Entwicklung der monokotyledonen Blätter und die der meisten Dikotyledonen, indem nur bei wenigen Gruppen der letzteren auch die spätern Blätter als wirtelständig gebildet werden, so haben wir den überwiegend grössten Theil der Pflanzen mit zerstreuten Blättern. Denkt man sich jede Pflanzenaxe als einen Cylinder, so müssen sich die Blattbasen durch eine Spirallinie verbinden lassen. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass dann die Abstände der Blattbasen auf dieser Spirale nicht gesetzlos sind, sondern eine gewisse Regelmässigkeit beobachten, und zwar ist der Winkel (Divergenzwinkel), den zwei Flächen durch die Mitte der Axe und die Basen zweier nächster Blätter gelegt mit einander machen, welcher Winkel also den Abstand dieser Blätter von einander misst, im Mittel $137^{\circ} 30' 28''$, also eine zum Umfange des Stengels (360°) irrationale Zahl, so dass nie zwei Blätter genau in derselben Verticale übereinander liegen können. Im Verlauf der ganzen Axe ändern sich aber beständig gesetzmässig, zuweilen auch durch zu-

fällige Einflüsse veranlasst, die Abstände der Windungen der Spirale, und daraus ergibt sich bei dem einfachsten Grundverhältniss eine endlose Mannigfaltigkeit der Erscheinungsweise, wenn noch die verschiedene Form der Axengebilde hinzukommt. Man vergleiche nur die Blattrosette von *Sempervivum tectorum*, den Stengel von *Lilium Martagon*, einen Zweig von *Populus dilatata*, einen Zapfen von *Abies excelsa* und den Fruchtstand von *Helianthus annuus*, welche letztere durch ihre Früchte, die aus Axillarknospen entstanden, auch die regelmässige Stellung der Blätter zeigen.

III. Die erste Form, unter welcher das Blatt auftritt, ist, wie gesagt, immer die eines kleinen kegelförmigen Zäpfchens, das sich aus der Axe hervorschiebt; seine weitem Formen hängen lediglich von der Anordnung der neu entstehenden, von der Ausdehnung der entstandenen Zellen ab und so wenig wie bei irgend einem andern Organ etwa mit Ausnahme der Samenknospe ist das Blatt auf einen bestimmten Formenkreis beschränkt. Es kann sich ebenso kugelig, eiförmig, länglich rund und prismatisch, als fadenförmig, bandförmig und flächenförmig ausdehnen, und die Fläche kann auch dadurch, dass sich die Zellen der Fläche nach mehr in der Mitte anhäufen als am Rande, oder mehr in der Mitte als am Rande flächenförmig ausdehnen, auch concave Formen bilden. Die auffallendsten Formen dieser Art nennt man Schläuche (*asci*) wie bei *Saracenia*, *Cephalotus*, *Utricularia*. Für alle diese Formen finden denn auch die in der allgemeinen Morphologie aufgeführten Verschiedenheiten statt, insbesondere für die flächenförmigen Blätter die angegebenen Zertheilungen und die leichten Theilungen des Randes. Eine der häufigsten Formen, die man deshalb gemeinlich als Normalform anzuführen pflegt, ist die, dass sich der obere Theil als Fläche, die Blattscheibe (*lamina*), der untere als fadenförmiger Theil, Blattstiel (*petiolus*) ausbildet, und an diesem kann man auch oft noch wieder den untern, etwas verdickten, oder verbreiterten als Scheidentheil (*pars vaginalis*) unterscheiden, womit das Blatt die Axe ganz oder theilweise umfasst. Dieser letzte Theil ist sehr häufig besonders bei zusammengesetzten Blättern sehr dick (fleischig) angeschwollen, und wird dann Blatt- oder Blattstieltissen (*pulvinus*) genannt. In der Regel ist das flache Blatt so entwickelt, dass es seine Flächen mehr oder minder der Erde und dem Himmel zukehrt, seltner so, dass es die Ränder nach Oben und nach Unten richtet, so dass die Axe in der Ebene des Blattes liegt, wie

z. B. bei vielen neuholländischen Myrtaceen. Sehr davon verschieden ist, wenn ein flaches Blatt von gewöhnlicher Entwicklung an seiner Basis eine halbe Drehung macht, so dass dadurch ebenfalls die Fläche vertical gestellt wird, wie z. B. bei *Lactuca scariola*. Ein Verhältniss, das schon bei der Axe erwähnt wurde, tritt auch beim Blatt ein und wird hier viel bedeutungsvoller. Es bildet sich nämlich (selten [oder nie?]) bei Monokotyledonen, häufig bei Dikotyledonen) zwischen Blatt und Axe ein Gelenk (*articulatio*), in Folge welcher das Blatt nach einer bestimmten Zeit von der Axe abgeworfen wird, während es sonst an der Axe selbst allmählig abstirbt und verwest. Diese ächte Gliederung wiederholt sich zuweilen öfter in der Continuität eines und desselben Blattes, entweder nur so, dass zwischen Blattstiel und Blattscheibe sich ein Gelenk bildet (z. B. *Citrus*, *Dionaea*), oder so, dass bei den flachen, zerschnittenen Blättern (z. B. *f. pinnatisecta*, *palmatisecta* etc.) jeder Lappen durch ein Gelenk mit dem Ganzen verbunden ist. Man nennt diese Blätter zusammengesetzte Blätter (*f. composita*) und nach der Form der Zertheilung gefingerte, gefiederte Blätter (*f. digitata*, *pinnata* etc.). Die einzelnen Theile werden Blättchen (*foliola*) und der sie alle verbindende Theil gemeinschaftlicher Blattstiel (*petiolus communis*) genannt. Dem Blättchen können natürlich auch alle Formen des Blattes zukommen, insbesondere kann es wieder in Fläche, Blattstiel und Blattstielskissen gesondert seyn. Bei einigen neuholländischen Acacien (z. B. *Ac. heterophylla*) sind die ersten Blätter zusammengesetzt, nach und nach bilden sich immer weniger Blättchen aus, zuletzt bleibt nur der dem *petiolus communis* entsprechende Theil übrig, der dann als senkrechte Fläche erscheint und *phyllodium* genannt wird zum Unterschied von den andern vollkommenen Blättern derselben Pflanze.

IV. Betrachtet man das Keimblatt der meisten Monokotyledonen, so findet man, dass dasselbe bei seiner allmähigen Entwicklung die Terminalknospe (*plumula*) völlig umschliesst, ja dass die noch ganz zarten, weichen Zellen der beiden Ränder desselben zum Theil sich so fest vereinigen, dass sie als verwachsen betrachtet werden können, während nur eine kleine Spalte, die bei allen Monokotyledonen vorhanden ist, übrig bleibt. Bei der Keimung hat die sich entwickelnde Knospe in der kleinen Spalte nicht Raum, um hervorzutreten, sie drängt also die Ränder derselben mehr oder weniger hervor, und diese erscheinen dann als ein eigenthümlicher Anhang auf der Mitte des Keimblattes, als häutige

Ausdehnung der Ränder des untern Theils des Blattes, oder als Läppchen an der Basis desselben. Auch bei den spätern Blättern finden ähnliche Verhältnisse oft statt. Bei den Dikotyledonen kommt ein gleiches Verhältniss nicht selten vor, entweder werden die Ränder an der Basis eines Blattstiels oder stiel förmigen Blattes häutig ausgedehnt, oder es erhebt die durchbrechende Knospe eine längere oder kürzere häutige Scheide, oder es bilden sich an der Basis des Blattstiels eigenthümliche Läppchen aus, die zuweilen die Form kleiner Blättchen annehmen und auch wohl durch ein Gelenk dem Blattstiel verbunden sind. Ueberall ohne alle Ausnahme sind sie ihrer Entwicklungsgeschichte zufolge Theile des an seiner Basis besonders entwickelten Blattes und dem Wesen nach durch alle Phanerogamen ganz dasselbe Gebilde, wenn sie auch der Erscheinungsweise nach mannigfach variiren. Sie haben sehr verschiedene Namen erhalten, die theils nur für bestimmte Familien, theils nur für bestimmte Blattorgane gemacht sind. Bei Gräsern nennt man diese Theile Blatthäutchen (*ligula*); bei andern Monokotyledonen bald *vagina stipularis*, wenn gross und schon vom untersten Theil des Blattes sich frei erhebend; *vagina petiolaris*, wenn klein und erst höher hinauf am Blatte sich zeigend. Bei den Dikotyledonen bald *petiolus alatus*, *stipulae adnatae*, wenn an den Rändern des Blattstiels; *ochrea*, wenn scheidenförmig bei den Polygoneen; oder Nebenblätter (*stipulae*), wenn scheinbar als besondere kleine Blättchen neben der Basis des Blattstiels stehend; bei Blumenblättern endlich *foruix*, *corona* oder *nectarium* u. s. w. z. B. bei *Lychnis*, Borragineen, *Narcissus* etc. Als Nebenblätter finden sie sich besonders bei zusammengesetzten Blättern, wo sie zuweilen allein flächenförmig entwickelt sind, während das Blatt selbst nur fadenförmig sich ausbildet, z. B. *Lathyrus Aphaca*. Auch an der Basis der Blättchen bei zusammengesetzten Blättern finden sich zuweilen kleine Läppchen, die, vielleicht auf ähnliche Weise entstanden, Nebenblättchen (*stipellae*) genannt werden.

V. Jedes Blatt entsteht, wie bemerkt, als ein kleines kegelförmiges Wärczchen an einer bestimmten Stelle des Umfangs der Axe. Auch die stengelumfassenden Blätter treten auf diese Weise hervor, und zwar an der Stelle, die der Mittellinie des zukünftigen Blattes (dem Mittelnerven) entspricht; nach und nach, so wie es weiter aus der Axe herausgeschoben wird, nehmen mehr und mehr Theile des Umfangs an der Bildung Theil, und so wird die Basis des Blattes allmählig breiter, bis sie

die ganze Axe umfasst. Dauert hier nun an den Rändern der Blattbasis die Zellenbildung oder die Ausdehnung der neu entstandenen Zellen noch über das durch den Axenumfang gegebene Maass fort, so legen sich die frisch entstandenen noch weichen und fast gallertartigen Zellen der beiden Ränder der Blattbasis an einander und vereinigen sich ebenso fest wie Zellen eines continuirlichen Gewebes; so wird dann der untere Theil eines Blattes ein geschlossenes, ungetheiltes, die Axe umfassendes Ganze. Ist hier die seitliche Zellenproduction gering, dagegen die Vereinigung schon verhältnissmässig früh eingetreten, so bildet dieser geschlossene Theil eine längere, oder kürzere, die Axe eng umschliessende Scheide (*vagina clausa*), wie bei vielen Gräsern. Ist dagegen die seitliche Zellenproduction oder Ausdehnung bedeutend und verhältnissmässig spät eingetreten, so dass nur die Basis des Blattes einen flach abstehenden Rand um die Axe herum bildet, so nennt man das Blatt vom Stengel durchwachsen (*folium perfoliatum*), z. B. *Bupleurum perfoliatum*. Da wo die Axe kantig ist und an diesen Kanten dünne mehr oder weniger vorspringende Plättchen bildet (die sogenannte geflügelte Axe, *axis alatus*) kann ein ähnlicher Process in der Knospe in der Weise eintreten, dass sich ein flächenförmiges Blatt an seiner Basis mit den gleichzeitig sich entwickelnden Flügeln oder Kanten der Axe verbindet, so dass das entwickelte Blatt stetig in dieselben überzugehen scheint. Man nennt ein solches Blatt ein an der Axe herablaufendes (*folium decurrens*), z. B. bei *Carduus*, oder mit einer ganz unbegründeten Fiction ein mit der Axe verwachsenes Blatt (*axis folio adnatus*). Da wo sich mehrere Blätter gleichzeitig oder fast gleichzeitig auf nahe bei gleicher Höhe der Axe bilden, nähern sich während der Entwicklung die Basen der Blätter allmählig und es kann hier leicht geschehen, dass sie so nahe zusammentreffen, dass sich bei den Basen zweier verschiedener Blätter derselbe Process zeigt, wie er so eben an den beiden Rändern eines und desselben Blattes beschrieben ist. So kommt es denn, dass Blätter, die ihrem Ursprung und ihrer Spitze nach frei und isolirt sind, in ihrer fernern Entwicklung und an ihrer Basis ein ungetrenntes Ganze bilden (verwachsene Blätter, *folia connata*). Eins der einfachsten und am leichtesten zu verfolgenden Beispiele geben die Blätter von *Lonicera Caprifolium*. Auch können zwei Blattorgane die übereinander an der Axe entstehen (z. B. Blumenblatt und Staubfaden) oder ein Blatt und die sich in seiner Achsel entwickelnde Knospe (z. B. das

Deckblatt mit dem Blütenstengel bei der Linde) unter einander auf dieselbe Weise verwachsen.

Endlich kann auch der fast entgegengesetzte Process stattfinden, indem nämlich ein Blatt sich entwickelt, aber von den benachbarten, sich schneller und kräftiger entwickelnden auf eine uns noch unbekannte Weise, sey es mechanisch durch den blossen Druck, sey es auf eine andere Art, plötzlich in seiner Entwicklung gehemmt wird, so dass man an dem ausgewachsenen Pflanzentheil entweder das kleine ursprüngliche Würzchen wegen relativer Kleinheit nicht sieht, oder dass die kleine Erhebung desselben bei der spätern Ausbildung des Pflanzentheils wirklich wieder ausgeglichen, oder endlich die kleine Blattanlage abgestorben und allmählig zerstört ist. In diesem Falle sagt man, das Blatt sey fehlgeschlagen, abortirt; ein leicht zu verfolgendes Beispiel hierfür giebt das dritte Perigonialblatt bei *Carex*, welches auf diese Weise fehlschlägt, während die beiden andern den sogenannten *utriculus* bilden. Aber nicht bloss ganze Blätter können auf diese Weise fehl schlagen, sondern auch einzelne schon angelegte Theile eines Blattes; so ist es gar nicht selten, dass sich an dem angelegten Blatte die sogenannten Nebenblätter übermässig entwickeln, während das eigentliche Blatt selbst in seinem Wachsthum gehemmt allmählig dem Auge verschwindet. Als Beispiel können hier die Knospendecken (*ramenta*) an den perennirenden Knospen von *Corylus Avellana* dienen, die in der That nichts sind, als die Nebenblätter eines fehlschlagenden Hauptblattes.

Es kann aber derselbe Einfluss, den die in der Knospe eng an einander gedrängten Theile aufeinander ausüben, auch blos die Folge haben, dass sich die einzelnen Blattorgane nicht symmetrisch in zwei gleichen Hälften entwickeln, sondern dass die eine Seite, oder der an der einen Seite des Mittelnerven liegende Theil des Blattes eine andere Form annimmt, als die andere Hälfte, wofür z. B. die *Begonia*-Arten ein auffallendes Beispiel geben.

b. *Strukturverhältnisse der Blattorgane.*

§. 132.

1. Das sich bildende Blatt besteht wie alle sich bildenden Pflanzentheile ausschliesslich aus Zellgewebe, erst allmählig organisiren sich bestimmte Zellgewebsstränge zu Gefässbündeln, und zwar geht dieser Process von den Gefässbündeln der Axe aus und schreitet allmählig in das Blatt hinein fort. In vielen Blattorganen namentlich der Blüthentheile bilden sich niemals Gefässbündel. Man nennt die Gefässbündel der Blätter mit höchst ungeschickt gewählten Ausdrücken Nerven oder Adern (*nervi*, *venae*). Bei Monokotyledonen mit unentwickelten Stengelgliedern treten die sämmtlichen (?) ganzen Gefässbündel des durch das Blatt nach Oben begrenzten Stengelgliedes in das Blatt ein. Bei allen übrigen Pflanzen sind wenigstens viele in das Blatt eintretende Gefässbündel nur Abzweigungen der Gefässbündel der Axe, bei den Dikotyledonen ausschliesslich oder doch grösstentheils von dem Rande der Gefässbündelschlinge der Axe ausgehend. Der Verlauf der Gefässbündel im Blatte hängt wesentlich von dessen Form ab. Bei flachen Blättern, Blattstielen oder Scheidentheilen liegen auch die Gefässbündel in einer Fläche, bei verhältnissmässig dicken Blättern u. s. w. liegen sie zerstreut (Palmen), oder in einem Kreise (*Aloe*-, *Mesembryanthemum*-Arten). Selten verlaufen die Gefässbündel getrennt durch das ganze Blatt (wie bei den letztgenannten), meist anastomosiren sie vielfach mit einander durch Seitenäste, häufig im Blattstiel, so dass alle eintretenden Gefässbündel sich zu einem einzigen vereinen und dann in der Blattscheibe wieder auseinanderreten. Die Form der Verbindungen ist sehr mannigfaltig, bei vielen Monokotyledonen nur durch kurze, rechtwinklig abgehende Aeste, bei andern und den meisten Dikotyledonen mannigfaltiger, so dass ein Netz mit polygonen Maschen sich bildet.

2. Auch die Gefässbündel des Blattes sind succedane Gefässbündel, und zwar bilden sie sich so, dass die ältesten Theile (das Blatt als horizontal von der Axe abgehend gedacht) nach Oben liegen, die jüngern Theile nach Unten. Nach Unten zeigt sich auch bei den Dikotyledonen eine Cambialschicht; nach Unten begleiten Bastbündel die Gefässbündel, und nach Unten springen die Gefässbündel bei verhältnissmässig dünnen und flachen Blättern über der Fläche hervor (wahrscheinlich in Folge der allmähigen Bildung), während die obere Blattfläche eben erscheint.

3. Das Parenchym des Blattes entwickelt sich im höchsten Grade verschiedenartig. Im Allgemeinen ist es bei dicken, massigen Blättern nach Aussen kleinzelliger, enger, mehr Chlorophyll führend, nach Innen grosszelliger, lockerer, mit wässerigen Säften erfüllt. Oefter geht jene äussere Schicht in ein Gewebe über, dessen Zellen senkrecht auf die Oberfläche des Blattes in die Länge gestreckt sind, sich dicht, fast ohne Spur von Intercellulargängen an einander legen und sich so ziemlich scharf von dem übrigen Parenchym absetzen, und nicht nur bei runden oder dreikantigen Blättern, sondern auch bei flachen, z. B. vielen neuholländischen Myrtaceen im ganzen Umfange des Blattes sich finden. Bei flachen Blättern insbesondere der Dikotyledonen findet sich sehr häufig eine Trennung in zwei Lagen, deren obere die eben erwähnten senkrecht auf die Blattfläche gestreckten Zellen mit vielem Chlorophyll hat, während die untere aus lockerem, kugeligen oder noch öfter schwammförmigen Parenchym mit weniger Chlorophyll besteht. Bei dicken, lederartigen oder fleischigen Blättern, z. B. bei *Ficus*- und *Peperomia*-Arten liegen oft eine oder mehrere Schichten fast nur mit wässerigen Säften erfüllter Zellen zwischen jener obern Schicht und der Oberhaut, seltner ähnlich an der untern Blattfläche. Ausserdem kommen, im Parenchyme zerstreut oder an bestimmten Stellen nach spezifischer Eigenschaft, Spiralfaserzellen, stark verdickte poröse Zellen, Zellen mit besondern Säften und Krystallen vor. Nicht minder findet man Milchsaftgefässe und Gänge, Gummi-, Oel- und Harzgänge, auch einzelne Bastbündel, letztere insbesondere in den schmalen, langen Blättern der Monokotyledonen; auch Luftcanäle und Luftlücken, erstere oft in sehr regelmässiger, zum Theil zierlicher Stellung zeigen sich in den Blättern.

4. Alle Blattorgane zeigen bald nach ihrem Entstehen ein zartes Epithelium, welches bei den gesetzmässig unter Wasser oder in der Erde sich entwickelnden in Epiblema, bei den an der Luft vegetirenden in Epidermis übergeht. Einige Blüthentheile bilden sich eine eigenthümliche Art der Bekleidung zwischen Epithelium und Epidermis die Mitte haltend, wovon unten zu reden ist. Dem Epiblema fehlen stets die Spaltöffnungen. Die Epidermis hat gewöhnlich welche. Bei den flachen, horizontalen Blättern fehlen sie überwiegend häufig der obern Epidermis und finden sich meist nur da, wo unter der Oberhaut lockeres oder schwammförmiges Zellgewebe ist. Bei schwimmenden Blättern dagegen hat nur die obere Epidermis Spaltöffnungen und durch die obere Schicht

gedrängten, langgestreckten Parenchyms führen von denselben Luftcanäle in das untere lockere Parenchym, ebenso bei den Blättern, die rund umher mit jenem dichten, gestreckten Zellgewebe umgeben sind. Ausserdem kommen alle appendiculären Theile der Epidermis gelegentlich an den Blättern vor und selbst Korkbildung findet man zuweilen an den Blattstielen ausdauernder Blätter, z. B. an einigen *Pothos*- und *Ficus*-Arten, so wie an den Blättern von *Crassula*, *Bryophyllum* u. a. Meist führen die Oberhautzellen eine klare, wasserhelle Flüssigkeit, zuweilen besonders auf der untern Blattfläche gefärbte (rothe) Säfte, seltner Kristalle, noch seltner eigenthümliche Stoffe als Harze und dergleichen. Die Form der Oberhautzellen richtet sich nach der Blattform, schmale langgestreckte Blätter haben auch in derselben Richtung gestreckte Oberhautzellen. Wie bemerkt sind die seitlichen Scheidewände der Oberhautzellen öfter wellenförmig gebogen, doch ist selbst die Statistik dieses Verhältnisses zu wenig ausführlich, um auch nur auf Möglichkeiten der Erklärung zu kommen.

c. Vollständige Uebersicht der Blattorgane.

§. 133.

Man trennt hier zweckmässig die Blüthentheile von den übrigen Blattorganen und nennt letztere Laubblätter (*folia sensu stricto*), die ersteren Blütenblätter (nicht Blumenblätter), *phylla*.

1) Laubblätter (*folia*).

A. Keimblätter (*cotyledones*). Meist stielrund oder flach, fleischig, wenig getheilt und nie zusammengesetzt. (Vergl. unten beim Embryo).

B. Stengelblätter (*folia caulina*)*). Ihre Formen sind sehr verschieden, wie in den vorigen Paragraphen entwickelt; gewöhnlich sind die unmittelbar auf die Keimblätter folgenden einfacher, werden allmählig vollkommener und nach Oben in der Nähe der Blüthen häufig wieder einfacher. Fadenförmige Blätter oder Blattheile, die sich um andere Gegenstände schlingen, nennt man Ranken (*cirrho*) z. B. *Pisum*, *Clematis*, fadenförmige, wenn sie steif und spitz sind, Dornen (*spinæ*); sehr hohle Blätter, die eine Becher- oder Kannenform zeigen, Schläuche

*) Hier ist der Ausdruck passend, als Gegensatz zu *f. radicalia* ohne Sinn, denn Blätter kommen niemals aus der Wurzel.

(*asci*), z. B. *Nepenthes*, *Saracenia*, *Utricularia*. Nach ihrer verschiedenen Stellung unterscheidet man noch von den Laubblättern im Allgemeinen:

- a) Blütenständige Blätter (*folia floralia*). Von den Stengelblättern nicht unterschieden, aber in ihrer Achsel eine Blüthe oder einen einfachen Blütenstand tragend.
- b) Deckblätter (*bracteeae*). Von den Stengelblättern verschiedene Blätter, die in ihrer Achsel eine Blüthe oder einen einfachen Blütenstand tragen, z. B. die scharlachrothen Blätter bei *Salvia Horminum*. Hierher gehören auch die *glumae* der Gräser, die nichts als zwei Bracteen sind, die gewöhnlich keine Blüthe in ihrer Achsel haben, und die Blätter, welche das Köpfchen der Compositen umgeben. Mehrere Deckblätter, welche einen Blütenstand einschliessen, werden auch Hülle (*involucrum*) genannt. Die bald vertrocknenden Bracteen der Synanthereen nennt man Spreublättchen (*paleae*), ein völlig unnützes Wort.
- c) Deckblättchen (*bracteolae*), von den Stengelblättern verschiedene Blätter, die unter der Blüthe, aber an der Axe derselben stehen, z. B. die zwei Blätter unter der Blüthe von *Aconitum* u. s. w.

C. Knospendecken (*tegmenta*), die sehr einfachen, meist häutigen und bald abfallenden äussern Blätter der eine Zeit lang unentwickelt bleibenden Knospen. (Vergl. unten über die Knospen).

2) Blütenblätter (*phylla*), vergl. unten die Blüthe.

- A. Blütenhüllblätter (*phylla perigonii*).
- B. Aussenkelchblätter (*phylla epicalycis*).
- C. Kelchblätter (*sepala*).
- D. Blumenblätter (*petala*).
- E. Nebenblumenblätter (*parapetala*).
- F. Staubfäden (*stamina*).
- G. Nebenstaubfäden (*parastemones*).
- H. Fruchtblätter (*carpella*).

D. Von den Knospenorganen (Gemmae).

a. Von den Knospen im Allgemeinen.

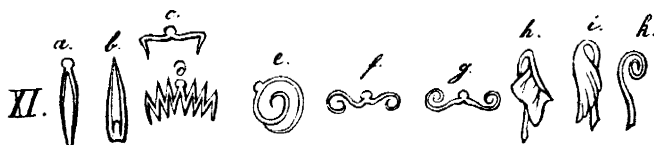
§. 134.

1. Knospe ist das unentwickelte, aber entwicklungsfähige Ende einer Haupt- oder Nebenaxe. Man kann unterscheiden 1) Terminalknospe (*gemma terminalis*), das entwicklungsfähige Ende einer schon ausgebildeten Axe; 2) Axillarknospe (*gemma axillaris*), das entwicklungsfähige Ende der in einer Blattachsel regelmässig neu entstehenden (Neben-) Axen; da in einer Blattachsel regelmässig mehrere Knospen entstehen können, so nennt man die sich in der Regel am kräftigsten entwickelnde die Hauptknospe, die andern Beiknospen (*gemma axillaris primaria* und *accessoria*); und endlich 3) Nebenknospen (*g. adventitiae*) die entwicklungsfähigen Enden der irgendwo an einer Pflanze unregelmässig neu entstehenden (Neben-) Axen. Bei allen dreien kann man unterscheiden ununterbrochen sich fortentwickelnde Knospen (*g. vegetatione continua*), und solche, deren vegetative Thätigkeit nach ihrer Ausbildung als Knospe eine Zeitlang ruht, ehe sie sich weiter entwickeln (*g. vegetatione interrupta*)*). Endlich kann man noch unterscheiden Knospen, die sich im natürlichen Lauf der Vegetation von der Mutterpflanze trennen und zu selbstständigen Pflanzen werden, Brutknospen (*g. plantiparae*), und solche, die mit der Mutterpflanze für immer verbunden bleiben (*g. ramiparae*). Endlich nach der Natur der später sich aus der Knospe entwickelnden Blattorgane unterscheidet man Blüthenknospen (*g. floriparae, alabastrus*), Blattknospen (*g. foliiparae*) und gemischte Knospen (*g. mixtae*).

2. Mit Ausnahme der ächten Knolle (*tuber*) bei *Solanum*, *Helianthus* (?) und der Knollenknospen (*tubercula*) haben alle Knospen eine bestimmte Anzahl der Anlage nach fertiger Blattorgane. Diese Blattorgane haben eine specifisch bestimmte Art der Zusammenfaltung (*vernatio*) und der gegenseitigen Lage (*foliatio*). Aus der Entstehung der Blattorgane geht hervor, dass dieselben, wenn ihrer mehrere auf gleicher Höhe stehen, immer einmal in einer Lage seyn werden, wo ihre Ränder sich berühren (*vernatio simplex, foliatio valvata*). Oft bleibt diese Lage während des ganzen Knospenzustandes, oft ändert sie sich

*) Die Linné *hibernacula* nannte.

durch Ursachen, die noch nicht sattsam erforscht sind, in andre um, die aber grösstentheils in der individuellen Ausbildung des einzelnen Blattes begründet zu seyn scheinen. Für die *vernatio* kann man folgende Hauptformen unterscheiden: Die Blattorgane sind entweder der Länge nach oder der Quere nach zusammengebogen, oder unordentlich faltig zusammengedrückt (*vern. corrugativa*). Bei der Länge nach zusammengebogenen unterscheidet man scharfe Falten von runden Biegungen.



A. Scharfe Falten.

- a) *Vernatio duplicativa*. (a.) Einfach auf die obere Blattfläche (vorwärts) zusammengefalteter, z. B. *Quercus*, *Tilia*, die *lamina* bei *Liriodendron*.
- b) *Vern. replicativa*. (b.) Ebenso auf die untere Blattfläche rückwärts zusammengefalteter?
- c) *Vern. implicativa*. (c.) Von beiden Rändern her nach vorwärts scharf eingefaltet, z. B. Blütenhülle von *Clematis*.
- d) *Vern. plicativa*. (d.) Vielfache Längsfalten, z. B. *Fagus*, *Carpinus*, obwohl nicht ganz eigentlich, genauer bei *Alchemilla* und noch besser bei *Panicum plicatum*.

B. Runde Biegungen.

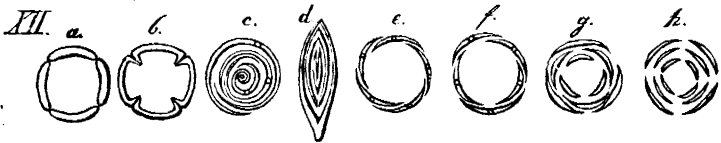
- a) *Vern. convolutiva*. (e.) Einfach aufgerollt, z. B. *Calla*, *Prunus*.
- b) *Vern. involutiva*. (f.) Mit beiden Rändern zugleich vorwärts aufgerollt, z. B. *Alisma*, *Populus*.
- c) *Vern. revolutiva*. (g.) Ebenso rückwärts aufgerollt, z. B. *Salix*, *Nerium*.

Bei der Quere nach zusammengebogenen Blättern sind die wichtigsten Verschiedenheiten:

- a) *Vern. inclinativa*. (h.) Vorwärts eingebogen, z. B. der Blattstiel von *Liriodendron*, *Hepatica*.
- b) *Vern. reclinativa*. (i.) Rückwärts eingebogen, z. B. *Aconitum*.
- c) *Vern. circinata*. (k.) Von der Spitze bis zum Grunde vorwärts aufgerollt, z. B. *Cycas*.

Bei der *foliatio* unterscheidet man die Lage der Blattorgane unter

einander im Allgemeinen, von der Lage einzelner Kreise von Blattorganen zu einander. In erster Beziehung hat man bis jetzt folgende Verhältnisse hervorgehoben:



- A. Foliatio valvata.** Wenn die Blätter sich nur berühren, ohne sich mit ihren Rändern zu decken.
- a) *Fol. valvata sensu stricto*, bei *vernatio simplex*. (a.) Blume an *Stapelia*.
- b) *Fol. induplicativa* (?), bei *vern. duplicativa*.
- c) *Fol. implicativa*, bei *vern. implicativa*. (b.) Blüthenhülle, bei *Clematis*.
- B. Foliatio amplexa.** Wenn jedes äussere Blatt alle innern umfasst.
- a) *Fol. convolutiva*, bei *vernatio convolutiva*. (c.) *Prunus armeniaca*.
- b) *Fol. equitans*, bei *vernatio duplicativa*. (d.) Blätter der *Iris*.
- C. Foliatio semiamplexa.** Wenn jedes Blatt mit dem einen Rande umfasst, mit dem andern umfasst wird.
- a) *Fol. contorta* bei *vernatio simplex* (mehr als drei Blätter). (e.) Die Blume von *Dianthus*, *Linum*.
- b) *Fol. obvolutiva* bei *vernatio duplicativa*, z. B. *Lychnis*.
- D. Foliatio quincuncialis.** (f.) Wenn fünf Blätter so liegen, dass zwischen zwei äussern ganz ungedeckten und zwei innern ganz gedeckten ein fünftes so eingeschoben ist, dass es eins der innern Blätter mit einem Rande deckt, an dem andern Rande aber von einem äussern gedeckt wird, z. B. bei der Blume von *Rosa*.
- E. Foliatio connata.** Wenn die Blätter eines Kreises so vollständig und so innig mit einander verwachsen sind, dass sie bei Entwicklung an ihrer Gesamtbasis abreissen und als Mützcchen abfallen, wie bei einigen Kelchen, z. B. *Eucalyptus*, *Eschscholzia*, Bracteen, z. B. *Aponogeton distachyon etc.*

Endlich in Beziehung auf die Lage einzelner Kreise von Blattorganen zu einander hat man bis jetzt unterschieden:

- A. Foliatio alternativa.** (g.) Wenn die Theile des einen Kreises vor den

Zwischenräumen zwischen den Theilen des andern stehen, z. B. Kelchblume und Staubfäden bei *Lysimachia*.

B. *Foliatio oppositiva*. (h.) Wenn die Theile des einen vor den Theilen des andern Kreises stehen.

3. Da die ununterbrochen fortwachsenden Knospen in Axen- und Blattorgane übergehen, so ist von ihnen ausser dem Vorigen nichts Allgemeines zu bemerken, was nicht schon bei Blatt- und Axenorganen erwähnt wäre. Wichtiger sind dagegen die Knospen mit unterbrochener Vegetation, die scheinbar als eigne Organe der Pflanze auftreten. An diesen finden wir, dass die äussersten (untersten) Blätter eigenthümlich modificirt sind, indem ihre Formen einfacher erscheinen, als die später sich entwickelnden inneren (oberen) Blätter derselben Knospe. Man kann sie ganz allgemein Knospendecken (*tegmenta*) nennen und nach ihrem verschiedenen Ursprung *tegmenta foliacea*, z. B. bei *Fagus*, *Aesculus*; *t. stipulacea*, z. B. bei *Carpinus*, *Corylus*, *Betula*, endlich *t. vaginalia* bei den Zwiebeln von *Allium*, *Lilium* etc. unterscheiden. Ausserdem zeigt sich noch ein wesentlicher Unterschied zwischen den Brut- und Zweigknospen, indem erstere entweder in allen ihren Theilen, wie die meisten Zwiebeln und Zwiebelknospen (*bulbus*, *bulbillus*), z. B. *Lilium candidum* und *bulbiferum*, oder nur in ihren Axenorganen, wie bei den ächten Knollen (*tuber*), z. B. bei *Solanum tuberosum*, oder nur in ihren Blattorganen, wie bei dem sogenannten *bulbus solidus*, z. B. bei *Allium ursinum*, oder endlich nur in einem bestimmten Theil ihrer Axe, wie z. B. bei den einheimischen Orchideen, bei Georginen, auffallend massig (fleischig) entwickelt sind, während bei den Zweigknospen dergleichen nicht stattfindet. Dagegen fallen bei diesen die Knospendecken in der Regel bei Entwicklung der Knospe zum Zweige ab, während sie bei den Brutknospen gewöhnlich allmählig von Aussen nach Innen an der Knospe absterben und dieselbe mit einer dickeren oder dünneren Lage trockner Häute einhüllen.

b. *Structurverhältnisse der Knospe.*

§. 135.

Die Structurverhältnisse der Knospe sind theils bei der Untersuchung von Axe und Blatt schon genügend erörtert, theils lassen sie nur eine

specielle Behandlung nach den einzelnen besondern Arten der Knospen zu. Allgemein ist hier nur noch zu bemerken, dass jede Knospe anfänglich aus zartwandigem Parenchym besteht, und dass sich erst später Gefässbündel in sie hineinbilden und zwar so, dass der Verdickungsprocess der Zellenwände bei den den Gefässbündeln des Theils, an welchem die Knospen entstehen, nächstgelegenen Zellen beginnt und sich in die Knospe fortsetzt.

c. Von den besondern Formen der Knospen.

§. 136.

A. Ununterbrochen sich fortentwickelnde Knospen. Man könnte sie auch offene Knospe nennen, weil sie selten oder nie eine solche abgeschlossene Form zeigen, wie die folgenden; denn die völlig entwickelten Blätter gehen durch allmälige Zwischenstufen in die völlig rudimentären eben angelegten über; nichtsdestoweniger aber ist die *foliatio* auch bei diesen Knospen stets eine solche, dass die allerjüngsten und zartesten Theile gegen die Einflüsse der Atmosphärien geschützt und fast gänzlich dagegen abgeschlossen sind.

B. Knospen mit ruhender Vegetation.

1) Zweigknospen.

a) Terminal- und Axillarknospen der perennirenden Gewächse mit periodisch ruhender Vegetation. Von diesen kennen wir nur die unserer einheimischen Waldbäume genau. Charakterisch für sie ist, dass die jungen Blätter, die später an der auswachsenden Axe wirklich zur Entwicklung kommen, in der Knospe fast ohne Ausnahme von Nebenblättern die bald nach Entwicklung ihres Blattes abfallen (*stipulae deciduae*), z. B. *Liriodendron*, oder von einfacher gebauten Blättern oder Nebenblättern, deren Blatt abortirt ist (*tegmenta*), bedeckt und eingehüllt werden; und zwar kommen hier noch insofern Verschiedenheiten vor, dass entweder nur die äussern (untern) Blätter oder Nebenblätter als Knospendecken auftreten (z. B. *Fagus*), oder dass die Knospendecken sich bis ins Innere der Knospe fortsetzen, aber mit entwicklungsfähigen Blättern, die sie zwischen sich nehmen und decken, abwechseln (z. B. *Acer*). Die Knospendecken sind meist zähe, fast lederartig und oft mit harzigen Säften erfüllt und überzogen, und fallen dann meist bei Ent-

wicklung der Knospe ab, finden sich aber auch dünn krautartig und selbst schnell in ganz trockne, dünne Häutchen übergehend, und bleiben dann meist stehen, letzteres z. B. bei *Pinus*.

b) Nebenknospen an den perennirenden Gewächsen mit periodisch ruhender Vegetation. Sie sind nicht anders von den vorigen unterschieden, als in ihrer Entstehungsweise. Jeder Stamm, gleichgültig ob gewöhnlicher oder Wurzelstamm, kann eine Knospe entwickeln. Veranlassung dazu sind ausser zufälligen und absichtlichen Verletzungen die Neigung der Pflanze, an gewissen Stellen Knospen zu erzeugen. Manche Pflanzen zeigen auf der Rinde eigenthümliche kleine Gruppen lockerer rundlicher Zellen, die anfänglich unter der Oberhaut liegen, die aber über ihnen bald zerstört wird (*Lenticellae*, Rindenhöckerchen). Sie geben Veranlassung, dass an dieser Stelle die Rinde bei Ausdehnung des Stammes oder Astes zuerst aufreißt, und dadurch stets die frisch vegetirenden Theile der Rinde mit der Luft in Berührung bringt. Vorzugsweise an den Rändern der so entstandenen Risse scheinen sich Nebenknospen zu bilden.

2) Brutknospen.

a) Zwiebeln (*bulbi*) sind monokotyledone Stämme mit unentwickelten Stengelgliedern, die allmähig von Unten nach Oben absterben und daher stets sehr kurz bleiben, mit perennirenden Blättern, deren Scheidentheile abgestorben als dünne Häute die noch lebendigen stets fleischig verdickten Scheidentheile der innern Blätter, Zwiebelschuppen, umhüllen, oder seltener so schnell abfallen, dass letztere blossliegen (z. B. bei *Lilium*). Sie bilden sich entweder sogleich vom Embryo an, wo dann der Scheidentheil des Kotyledonarblattes schon in die erste Zwiebelschuppe übergeht, oder aus Axillarknospen der Zwiebeln, oder aus Axillarknospen der Stengel, welche aus Zwiebeln hervorgegangen sind, z. B. *Lilium bulbiferum*, seltener als Nebenknospen auf Blättern und anderwärts. Man unterscheidet:

A. Die blättrige Zwiebel (*bulbus foliosus*).

1) Schalige Zwiebel (*b. tunicatus*), wenn viele Scheidentheile rings geschlossen sind oder doch ziemlich breit die Axe umfassen, z. B. *Hya-cinthus orientalis*.

2) Schuppige Zwiebel (*b. squamosus*), wenn viele Scheidentheile

verhältnissmässig schmal und kurz an der Axe sitzen, z. B. *Lilium candidum*.

B. Dichte Zwiebel (*b. solidus*), wenn nur ein einziger lebender Scheidentheil die Zwiebel bildet.

b) Zwiebelknospen (*bulbilli*). An Pflanzen, die nicht durch eine Zwiebel perenniren, (nur an Dikotyledonen?) bilden sich zuweilen die Axillarknospen zwiebelähnlich aus, indem die Blätter nur als verdickte Scheidentheile entwickelt werden und die Knospen durch Absterben des sie tragenden Stengels von der Mutterpflanze sich trennen und dann zu selbstständigen Pflanzen, die aber nicht als Zwiebelgewächse erscheinen, auswachsen, z. B. *Dentaria bulbifera*.

c) Knollen (*tubera*). An unterirdischen Stengeln bilden sich zuweilen die Axillarknospen (verdünnter, nur schuppenförmiger Blätter) so aus, dass die ganze Knospenaxe knollig verdickt und fleischig entwickelt wird, die Blätter dagegen ganz rudimentär oder gar nicht mehr zu erkennen sind, während die Axillar- und Terminalknospen dieser unterirdischen Knospen entwicklungsfähig bleiben und, nach Isolirung der Knolle, nach Absterben der Stengel der Mutterpflanze zu neuen Stengeln auswachsen, z. B. *Solanum tuberosum*.

d) Knollenknospen (*tubercula*). Viele Pflanzen bilden kleine Knollen oberhalb der Erde, gewiss selten als Axillarknospen (ob je?), viel häufiger als Nebenknospen, besonders an Blattorganen, an denen sich selbstständig neue Pflanzen entwickeln, sobald die Trennung von der Mutterpflanze eingetreten ist. Zuweilen ist es spezifische Eigenthümlichkeit, z. B. die Knollen an *Amorphophallus*-Arten und andern Aroiden, zuweilen entstehen sie bei gewissen Pflanzen, besonders leicht in Folge von Verletzungen, z. B. bei den Gesneriaceen, nach Einknickung eines Blattnerven an der dem Rande oder der Spitze des Blattes näheren Bruchfläche.

e) Scheinknollen (*tuberidia*). Einige Pflanzen bilden eine einzelne Knospe, am häufigsten eine Axillarknospe, auf eine eigenthümliche Weise um. Das Axenparenchym der Knospe nämlich, welches unmittelbar über der Basilarfläche liegt, dehnt sich durch einen plötzlich in einzelnen Zellengruppen neu auftretenden Zellenbildungsprocess auffallend dick und knollenförmig aus, bei den Axillarknospen (bei den einheimischen Orchideen) nur einseitig, da von der andern Seite der Druck des Stengels eine solche Ausdehnung nicht erlaubt; bei *Aponogeton*

distachyon ist der dicke fleisehige Kotyledon mit dem Wurzelende ein eben solches Hinderniss, und daher ist auch hier die Entwicklung der Scheinknolle nur einseitig; bei Georginen dagegen ist die Knollenentwicklung gleichförmig und trifft die Zellenmasse zwischen der Basis der Kotyledonen und den fast unmittelbar unter den Kotyledonen sehr bald entstehenden ersten Nebenwurzeln, die durch die Scheinknollenbildung dann allmählig weit von den Kotyledonen entfernt werden.

f) Samenknospen (*gemmulae*). Die letzten Terminal- und Axillarknospen im Innern der Blüthen nehmen eine ganz eigenthümliche Form an, von der aber erst unten beim Fortpflanzungsapparat die Rede seyn kann.

E. Von den Blüthen.

§. 137.

Wir nennen hier sowohl a) jedes einzelne Fortpflanzungsorgan für sich, so lange es nicht mit andern an einer und derselben Axe durch einen Kreis (oder eine zusammengezogene Spirale) von modificirten Blattorganen (Blüthendecke) vereinigt ist, als auch b) jede durch Eine Blüthendecke zusammengehaltene und durch dieselbe von andern gesonderte Vereinigung mehrerer Fortpflanzungsorgane eine Einzelblüthe (*flos*); dagegen nennen wir jede Vereinigung von Einzelblüthen einen Blütenstand (*inflorescentia*).

§. 138.

Bei der Blüthe sind folgende Punkte ins Auge zu fassen, welche eine nähere Besprechung verdienen und daher die Abschnitte des Folgenden bilden müssen:

I. Die Anordnung der Blüthen an der Pflanze, Blütenstand (*inflorescentia*), und der damit in Beziehung stehenden Blattorgane, der Deckblätter und Deckblättchen. — II. Von den Blüthentheilen zur Zeit des Blühens. — III. Von der Umbildung und Entwicklung der Blüthentheile zur Frucht. — IV. Von den Blüthentheilen zur Zeit der Samenreife.

I. Vom Blütenstand.

§. 139.

Schon früher ist angeführt, dass der Blütenstand nichts ist, als die Axe und ihre Verästelung, insofern alle Knospen derselben Blütenknospen sind. Man unterscheidet hierbei die einzeln stehende Blüthe entweder als Endblüthe (*flos terminalis*), oder als Seitenblüthe (*flos axillaris*). Die letztere ist wegen Verkümmern der *folia floralia* oder *bracteae* zuweilen nackt (*nudus*). Trägt ein Seitenast nur eine Blüthe und etwa noch Deckblättchen (*bracteolae*), so heisst er unterhalb der Blüthe Blütenstiel (*pedicellus*), die Axe, an der die Blütenstiele als Axillarzweige sitzen, heisst Blütenstengel (*pedunculus*). Bei der Endblüthe ist die Annahme eines *pedicellus* rein willkürlich und höchstens durch das Vorhandenseyn von Deckblättchen und einer Gliederung der Axe festzustellen. Die gehäuften Blüthen stehen der Anlage nach stets in einem Köpfchen (*capitulum*). Durch Ausdehnung des Blütenstengels (*pedunculus*, hier *rachis* genannt) wird daraus eine Aehre (*spica*), durch Entwicklung der Blütenstiele eine Dolde (*umbella*), durch Entwicklung beider eine Traube (*racemus*); man nennt dies die einfachen Blütenstände und in der That giebt es keine andern und kann keine andern geben. Wird ein Blütenstand von einer einzigen grossen Bractee umschlossen, so nennt man diese eine Blustenscheide (*spatha*). Wird er dagegen von einem Kreise oder einer zusammengezogenen Spirale von Bracteen umgeben, so heisst dieser Kreis von Deckblättern die Blustenhülle (*involucrum*)*). Die einfachen Blütenstände können aber vielfach zusammengesetzt seyn, wofür man viele unnütze Worte erfunden hat, ohne auf die Entwicklungsgeschichte und Zusammensetzung Rücksicht zu nehmen, meist nur die bestimmte Erscheinungsweise in einer bestimmten Familie bezeichnend, z. B. *anthela* der *Juncaceae*, *glomerulus* der *Cyperaceen*, nach Andern auch bei *Amarantaceen* und *Chenopodeen*, *anthurus* der *Amarantaceen* und *Chenopodeen*, ferner *panicula*, *fasciculus*, *thyrsus*, *cyma* u. s. w. mit völlig unbestimmtem Begriff.

*) Blust ist das altddeutsche Wort für Blütenstand und bereits von *Link* wieder eingeführt, und wenigstens für zusammengesetzte Worte bequemer, übrigens möchte ich das allgemein angenommene und verständliche Wort Blütenstand nicht aufgeben.

§. 140.

Sowohl der Blütenstengel wie der Blütenstiel können bald nach Entwicklung der Blüten abfallen (*p. caducus*), z. B. die männlichen Blüten von *Salix* u. s. w., oder mit der reifen Frucht (*p. deciduus*), z. B. bei *Cerasus avium*, oder auch nach der Reife der Frucht und der Verstreung des Samens an der Axe bleiben (*p. persistens*), z. B. *Aquilegia vulgaris*, oder selbst während des Reifens der Frucht sich auf mannigfache Weise durch Wachsen verändern (*p. excrescens*), z. B. bei *Anacardium*, *Hovenia dulcis* u. s. w.

§. 141.

Es hängt von Eigenheiten im Leben der ganzen Pflanze ab, die uns aber leider ihrer Ursache nach völlig fremd sind und nur als spezifische Eigenheiten erfasst werden können, dass an der ganzen Pflanze bald dieser, bald jener Theil, aber in spezifisch gesetzmässiger Folge in in seinem Wachsthum und seiner Ausbildung gefördert wird. Das zeigt sich auch an den Blütenknospen, die sich in bestimmter Reihenfolge zu öffnen und zu verblühen pflegen. Es kann an der einfachen Axe nur folgende Verhältnisse geben:

1) Die Entwicklung der Blüten folgt dem Alter derselben, so dass die untern, ältern Blüten zuerst aufblühen und dann nach und nach die obern folgen. Man nennt dies einen centripetalen Blütenstand (*inflorescentia centripeta*), z. B. *Philadelphus*, *Isotoma axillaris*.

2) Die Entwicklung der Blüten folgt der entgegengesetzten Reihenfolge, so dass die obern, jüngsten Blütenknospen zuerst sich öffnen und der Reihe nach die ältern folgen: centrifugaler Blütenstand (*infl. centrifuga*), z. B. *Clematis integrifolia*, *Saxifraga* u. s. w.

3) Die Blüten folgen keiner solchen einfachen Reihe und blühen z. B. von der Mitte nach oben und unten auf, wie bei dem Köpfchen von *Dipsacus*, oder die obern und mittlern fangen zugleich an zu blühen und das Aufblühen schreitet in zwei Absätzen nach Unten fort, z. B. bei *Campanula Medium*. Man kann dies eine unbestimmte Inflorescenz (*infl. vaga*) nennen.

Bei der zusammengesetzten Axe kommt dasselbe Verhältniss zwischen Hauptaxe und Nebenaxe in Frage und ist keineswegs nothwen-

dig mit dem Gesetz an der einfachen Axe gleichförmig. So findet bei den meisten Compositen für das einzelne Köpfchen eine *inflor. centripeta*, für die Seitenäste im Verhältniss zu einander eine *inflor. centrifuga* statt, z. B. *Centaurea calocephala*, bei *Sanguisorba* dagegen zeigen sowol die Köpfchen, als die Aeste eine *inflor. centrifuga*. Die meisten Labiaten endlich zeigen in dem Blütenstande der einzelnen Seitenäste eine *inflor. centrifuga*, während die Aeste selbst sich centripetal entwickeln.

§. 142.

Ueber Structurverhältnisse ist hier wenig anzumerken, da eigentlich Alles schon bei Axe und Blatt erwähnt ist und nur Stellungsverhältnisse in Frage kommen. Gewöhnlich sind die Bracteen und Bracteolen aus dünnwandigerem Zellgewebe gebildet, zarter und oft auch gefärbt*), zuweilen sind sie beizanzogen Familien saftlos und trocken. Die Gefässbündel des Blütenstiels stehen zuweilen der Zahl nach in bestimmtem Verhältniss zur Zahl der Blütenblätter.

§. 143.

Uebersicht der gewöhnlich aufgeführten Blütenstände.

A. Einzelblüthe, als Terminal- oder Axillarblüthe (*flos solitarius*, *term. vel axill.*). Die letzteren können auch quirlförmig gestellt seyn und bilden dann einen Quirl (*verticillus*).

B. Einfache Blütenstände.

a. *Inflorescentia centripeta*.

1) Köpfchen (*capitulum*). Die unentwickelte Axe ist hier gewöhnlich fleischig oder schwammig aufgetrieben, sobald die Zahl der Einzelblüthen sehr gross ist. Auch kann man sie dann als einfach, scheibenförmig, becherförmig und flaschenförmig oder als kegelförmig und walzenförmig näher bezeichnen. Die letzte Form geht dann stetig in den Kolben über.

Besondere Arten sind:

a) Das Blütenkörbchen (*calathium*, *anthodium* Ehrh., *flos com-*

*) *Coloratus*, d. h. von einer andern, als der grünen Farbe.

positus Linn.). Ein vielblüthiges Köpfchen, dessen Einzelblüthen in der Achsel mehr oder weniger verkümmelter Bracteen stehen und und insgesamt von einem oder mehreren Kreisen steriler Bracteen umgeben sind, bei der Familie der Compositen.

b) Der Blütenkuchen, Blütenfeige (*coenanthium* Nees, *hypanthodium* Link). Ganz wie der vorige Blütenstand, bei einigen Urticeen. (NB. die Becherform des Blütenstengels bei *Ficus* ist kein Unterschied, denn sie fehlt bei *Dorstenia* und findet sich bei einigen *Compositis*, ebenso wenig die sterilen Bracteen, die zwar bei *Dorstenia* ziemlich verkümmert, bei *Ficus* desto deutlicher vorhanden sind.)

2) Die Aehre (*spica*) in sehr verschiedenen Formen. Arten sind:

a) Das Kätzchen (*amentum*) soll sich dadurch unterscheiden, dass es ganz abfällt, oder gar durch die unvollkommenen Blüten. Der männliche Blütenstand bei Cupuliferen, Salicineen und Betulineen und einigen wenigen andern Pflanzen.

b) Der Kolben (*spadix*), eine dichtgedrängte Aehre oder zum Theil auch ein cylindrisches Köpfchen mit fleischigem Blütenstengel, bei Aroideen, Mays und einigen andern Gräsern und bei den Palmen, bei letztern auch dann, wenn er noch so oft zusammengesetzt ist (*spadix ramosus*).

c) Der Zapfen (*strobilus* oder *conus*). Ein cylindrisches Köpfchen oder dichte Aehre, an der einzelne Blattorgane zu holzigen Schuppen werden, bei den Coniferen, bei Casuarineen, Betulineen und einigen andern:

d) Das Aehrchen (*spicula*). Der einfache Blütenstand der Gräser und Cyperaceen, nämlich eine wenigblüthige Aehre, deren Blüten keine Bracteen haben, an der Basis von einer oder zwei sterilen Bracteen (*glumis*) umgeben*).

3) Die Dolde (*umbella*) bei den Umbelliferen, in der Zusammensetzung Döldchen (*umbellula*) genannt.

4) Die Traube (*racemus*) kann in sehr verschiedenen Formen vorkommen; man unterscheidet gewöhnlich noch

a) die Doldentraube (*corymbus*), eine gegipfelte Traube.

*) Es verhält sich zur Aehre, wie Link sinnreich bemerkt, wie das *Calathium* zum Köpfchen.

β. *Inflorescentia centrifuga*.

5) Die Trugdolde (*cyma*), eine Doldentraube mit *inflor. centrifuga*. NB. Dass man nur bei diesem singulären Falle unterscheidet, ist ein Beweis der ganz unwissenschaftlichen Zusammenstoppelung der Terminologie. Man nennt aber auch die zusammengesetzte Traube, die zusammengesetzten Dolden und Köpfchen mit *inflor. centrifuga* eine *cyma*, was den allergemeinsten Gesetzen wissenschaftlicher Bezeichnungskunst zuwider läuft. De Candolle hat den Ausdruck *cyma* auch auf den Blütenstand der Borragineen angewendet, den er wegen seiner eigenthümlichen Aufrollung *cyma scorpioides* nennt, und die Fiction hinzusetzt, die unterste, zuerst aufblühende Blume sey eigentlich die Terminalblüthe, die zweite die Terminalblüthe eines übermässig entwickelten Seitenastes u. s. w. Aus der Aufrollung folgt das hier so wenig, wie Aehnliches bei den Blättern der Farnkräuter und Cycadeen; die Stellung der Bracteen, z. B. bei *Cerithe*, widerspricht dieser Fiction geradezu, und die Entwicklungsgeschichte, die hier allein entscheiden kann, scheint mir nach einigen, freilich sehr unvollständigen, Untersuchungen zu beweisen, dass hier ganz einfach eine einseitige Traube oder Aehre vorhanden ist, deren Aufrollung nur eine eigenthümliche Knospenlage ist.

C. Einfach zusammengesetzte Blütenstände.

α. Reine.

a) *Inflorescentia centripeta*.

6) Die Grasähre (*spica*): ährenförmig vereinigte Aehren bei den Gräsern; letztere werden hier Aehrchen (*spiculae*) genannt.

7) Die Umbelliferendolde (*umbella*): doldenförmig vereinigte Dolden; letztere werden hier Döldchen (*umbellulae*) genannt.

NB. Beide Ausdrücke hätte eine gesunde Terminologie längst ausmerzen und mit den Worten *spica* und *umbella composita* vertauschen sollen. Die Sinnlosigkeit der Terminologie liegt auf der Hand.

8) Die Rispe (*panicula*); vergl. Nr. 11.

Alle übrigen Combinationen sind keines besondern Namens gewürdigt, wenn sie nicht unter den sub 9 und 11 angeführten mitbegriffen sind.

b. *Inflorescentia centrifuga*.

9) Die Trugdolde (*cyma*); vergl. Nr. 5 und Nr. 14.

10) Die Spirre (*anthela*); vergl. Nr. 16.

β. Gemischte.

a. *Inflorescentia centrifuga*.

Vergl. Nr. 14.

b. *Inflorescentia centripeta*.

Vergl. Nr. 11.

D. Vielfach zusammengesetzte Blütenstände.

a. *Inflorescentia centripeta*.

11) Die Rispe (*panicula*), jeder vielfach verästelte Blütenstand, bei den Gräsern überall, sonst nur bei entwickelten Blütenstielen.

12) Der Strauss (*thyrsus*), eine Rispe mit sehr kurzen Blütenstielen, fast überall, mit Ausnahme der Gräser.

Beide Ausdrücke werden auch auf einfach zusammengesetzte Blütenstände angewendet. De Candolle braucht *thyrsus* für Blütenstände, die aus *inflor. centrifuga* und *centripeta* gemischt sind; Andere wieder anders, Alles rein willkürlich.

13) Der Blüthenschweif (*anthurus*), ein Blütenstand, der ungefähr so aussieht, wie der von *Amaranthus caudatus*, oder der Chenopodeen.

b. *Inflorescentia centrifuga*.

14) Die Trugdolde (*cyma*), auch in mehrfacher Zusammensetzung, wobei aber nicht darauf Rücksicht genommen wird, ob die Seitenäste der *inflor. centripeta* oder *centrifuga* folgen, bei längeren Blütenstielen.

15) Der Blütenbüschel (*fasciculus*), eine vielfach zusammengesetzte Trugdolde mit kurzen Blütenstielen und ziemlich zusammengedrängt.

16) Die Spirre (*anthela*), allerhand Blütenstände bei den Junceen und Cyperaceen.

17) Der Blütenknäuel (*glomerulus*), allerhand Blütenstände, die fast wie ein Köpfchen aussehen und nur aus unansehnlichen Blüten bestehen, wie bei einigen Chenopodeen, Urticeen und Junceen.

II. Von den Blüthentheilen zur Zeit des Blühens.

§. 144.

Die Blüthe entsteht aus einer Knospe (*gemma*, hier gewöhnlich *alabastrus* genannt) und ist nichts, als eine besondere Modification in der Ausbildung der in der Knospe enthaltenen Theile, nämlich verschiedener Blattorgane und Stengelglieder. Schon früher ist entwickelt, dass es an der Pflanze nur zwei wesentlich verschiedene Entwicklungsprocesse und daraus hervorgehend nur zwei Grundorgane der Pflanze geben könne, nämlich Axe und Blatt. Alle einzelnen Blüthentheile müssen daher auch auf diese beiden Grundorgane zurückführbar seyn und zurückgeführt werden. Man nennt diese Zurückführung seit *Goethe* die Metamorphose der Pflanzen. Anfänglich wurde diese Betrachtungsweise der Blüthe nur durch die vergleichende Morphologie und durch die Beobachtung der Fälle gestützt, in welchen durch Störung des regelmässigen Entwicklungsprocesses einige oder alle Blüthentheile wieder Formen annehmen, in welchen man die Natur des Grundorgans, aus welchem sie hervorgingen, leicht wiedererkennen konnte. Dies Letztere nannte man die rückschreitende Metamorphose; als Beispiele dienen hier die verschiedenen Monstrositäten, das Gefülltwerden einer Blume durch Uebergang der Staubfäden in Blumenblätter, der Uebergang der Blumen- und Kelchblätter in Laubblätter u. s. w. Diese Begründung der Lehre von der Metamorphose hat aber zwei wesentliche Fehler, indem sie einmal individuelle Thatsachen durch Hypothesen und Vergleichen zu gewinnen sucht, und zweitens in ihrem Fortschritt lediglich von begünstigenden Zufällen abhängig bleibt. Die richtige und sichere Begründung dieser Lehre kann aber allein die Entwicklungsgeschichte geben, welche erst in neuester Zeit in ihrem Rechte anerkannt, noch von wenigen Forschern angewandt ist, weshalb auch die ganze Lehre noch manches Lückenhafte, Unvollendete und Ungewisse zeigt.

§. 145.

Man unterscheidet an der phanerogamen Blüthe von Aussen nach Innen (oder von Unten nach Oben) gewöhnlich folgende Theile: 1) die Blüthendecken, als Aussenkelch (*epicalyx*), dessen Theile Blätter (*phylla*), als Kelch (*calyx*), dessen Theile Kelchblätter (*sepala*), als Blumenkrone (*corolla*), deren Theile Blumenblätter (*petala*), oder statt

dieser drei als Blütenhülle (*perianthium*), deren Theile Blätter (*phylla*); 2) die Staubfäden (*stamina*), ausserhalb und innerhalb derselben einige accessorische kümmerliche Blattorgane unter sehr verschiedenen Namen und endlich 3) die Mitte der Blüthe einnehmend, den Stempel (*pistillum*), dessen einzelne Blattorgane, als Fruchtblätter (*carpella*). Am Staubfaden unterscheidet man den untern fadenförmigen Träger (*filamentum*) von dem obern, verdickten, hohlen, den Blütenstaub (*pollen*) enthaltenden Theile, dem Staubbeutel (*anthera*). Am Stempel bezeichnet man den untern, die Samenknospen (*gemmulae*) umschliessenden Theil als Fruchtknoten (*germen*^{*)}), die obere, freie, gewöhnlich mit absondernden Wärzchen (*papillae*) besetzte Fläche als Narbe (*stigma*), und zwischen beiden häufig noch eine stielartige Verlängerung des Fruchtknotens als Staubweg (*stylus*).

Die phanerogame Blüthe ist das einzige physiologisch bestimmte Organ der Pflanze, indem sie den Apparat für die gesetzmässige Fortpflanzung enthält. Hierzu tragen aber nur zwei Formen bei, nämlich der Staubfaden, als Erzeuger und Träger des Pollens, und die Samenknospe, als Ort für die Ausbildung des Pollens zum Embryo. Alle übrigen Theile der Blüthe, nämlich die Hüllen der ganzen Blüthe, „Blütenhülle, Kelch und Blumenkrone“, und die Behälter der Samenknospen (der Fruchtknoten, Staubweg und Narbe) sind in physiologischer Beziehung unwesentlich und können daher fehlen, ohne dass der Begriff der Blüthe aufgehoben würde.

Für die richtige (morphologische) Betrachtung der Blüthe giebt es aber keinen Unterschied zwischen wesentlichen und unwesentlichen Formen, und daher müsste man richtiger einteilen in Axenorgane und Blattorgane. Folgendes sind die zu berücksichtigenden Verhältnisse. Die Axe und ihre Modification sind die Grundlage der Blüthe, weil an ihnen die Blattorgane befestigt sind. An den Axenorganen der Blüten finden sich nach Aussen mehrere Formen reiner Blattorgane, die Blüthendecken, accessorischen Blättchen und Staubfäden. Den innersten Theil nehmen Organe ein, die aus reinen Axenorganen oder aus einer engen Verwachsung von diesen mit Blattorganen gebildet sind, die man den weiblichen Apparat, besser die Fruchtanlage nennt. Daneben las-

^{*)} Die bis jetzt am häufigsten gebrauchte Bezeichnung für die Samenknospen ist Eierchen (*ovula*).

sen sich aber die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile, sowie ihre Dauer, zweckmässig zusammenfassen und allgemein behandeln; so erhalten wir für die folgenden Betrachtungen dieses Schema:

- A. Axenorgane der Blüthe.
- B. Zahl, Stellungsverhältnisse und Dauer der Blüthentheile.
- C. Die reinen Blattorgane der Blüthe.
 - a) Die Blüthendecken.
 - b) Die Staubfäden.
 - c) Die accessorischen Blattorgane.
- D. Die Fruchtanlage.
 - a) Vom Stempel.
 - b) Vom Samenträger.
 - c) Von den Samenknochen.

Man bezeichnet bis jetzt noch die Antheren als männliche Organe der Pflanze (zusammengenommen mit dem überflüssigen Wort *androeceum*), die Samenknochen und ihre Behälter, das Pistill als weibliche Theile (zusammen als *gynoeceum*.) Eine Blüthe, die beide Theile umfasst, nennt man eine Zwitterblüthe (*flos hermaphroditus*); Blüten, die nur eins jener Organe enthalten, eingeschlechtige (*flores unisexuales, diclini*). Kommen im letzten Falle männliche und weibliche Blüten (*mas et femina*) auf demselben Pflanzenindividuum vor, so nennt man dieses einhäusig (*planta monoica*), kommen sie nur auf verschiedenen Pflanzenindividuen vor, zweihäusig (*pl. dioica*). Einen Blütenstand, der männliche und weibliche Blüten enthält, nennt man auch *inflorescentia androgyna*. Man muss hier aber unterscheiden, ob männliche und weibliche Blüten nach einem verschiedenen Plane gebaut sind, z. B. bei den Cupuliferen (ächte *Diclinie*), oder ob nur durch das Verkümmern des einen oder andern Theils in einer hermaphroditisch angelegten Blüthe eine unächte *Diclinie* eintritt. Dies letztere Verhältniss, welches niemals für alle Exemplare der Pflanzenart durchgreifend ist, ruft die monöcischen und diöcischen Arten in Geschlechtern mit hermaphroditen Blüten hervor und gab *Linné* Veranlassung zur Aufstellung seiner 23. Classe, *Polygamia*, wo bei einer und derselben Art männliche, weibliche und hermaphrodite Blüten vorkommen sollen.

A. Von den Axenorganen der Blüthe.

§. 146.

Nur sehr wenige Blüten giebt es, die so einfach gebaut sind, dass sie nur aus einem einzigen einfachen wesentlichen Theile beständen, so dass gar keine Bildung von Stengelgliedern innerhalb der Blüthe möglich ist und das Ende des Blütenstiels unmittelbar den vorhandenen Blüthentheil trägt; so ist's mit der männlichen Blüthe der Euphorbien, wo das Ende eines Blütenstiels einen einzigen Staubfaden trägt, so bei der männlichen Blüthe der Abietineen, wo ein einziges, zum Staubfaden umgewandeltes, Blattorgan die ganze Blüthe bildet, so bei der weiblichen Blüthe von *Taxus*, wo der kleine, mit Deckblättchen besetzte Blütenstiel unmittelbar als nackte Samenknospe endet. In den meisten Blüten dagegen sind mehrere Theile vereinigt, die nicht auf gleicher Höhe an der Axe stehen, und somit nehmen an der Bildung der Blüthe auch eine grössere oder geringere Anzahl Stengelglieder Theil. Der ursprüngliche Zustand der Stengelglieder, der unentwickelte, bleibt hier auch am häufigsten der dauernde, und sehr gewöhnlich endet der Blütenstiel, nach Abtrennung aller Blüthentheile, in einem kleinen, unbedeutend verdickten Knoten, der die gesammten Stengelglieder der Blüthe im unentwickelten Zustande, den einfachen Blumenboden (*torus*), darstellt. Ziemlich selten sind die Beispiele, dass sich die einzelnen Stengelglieder in die Länge strecken; für die zwischen den Blüthendecken ist mir kein Fall bekannt, dagegen kommt es in einigen Familien vor, dass sich das Stengelglied zwischen den nächsten Blüthendecken und den Staubfäden, Staubfadenträger (*androphorum*), sowie das zwischen Staubfäden und Fruchtknoten, Stempelträger (*gynophorum*) in die Länge streckt. Das letzte bezeichnet man gewöhnlich als *germen stipitatum*. Für Beides finden sich Beispiele bei den Passifloren und Capparideen.

Ein bedeutend längerer Theil ohne Verlängerung der einzelnen Stengelglieder findet sich als Stempelträger häufig in den Blüten, die sehr viele Fruchtknoten enthalten (z. B. bei Rosaceen, Ranunculaceen, Magnoliaceen u. s. w.). Oefter dagegen kommt der Stempelträger als ein halbkugelig oder kissenförmiger Theil vor, wie bei andern Rosaceen und Ranunculaceen; eine sehr seltene Form desselben ist die eines umgekehrten Kegels, der auf seiner nach Oben gekehrten Basis die Fruchtknoten trägt (bei *Nelumbium*). Aeusserst sel-

ten verlängert sich, ausser diesem Falle und ohne selbst zum Fruchtknoten zu werden, die Blüthenaxe noch innerhalb der Blüthentheile, doch kommt dies in den männlichen Blüthen einiger Palmen und anderer Pflanzen vor, z. B. bei *Chamaedorea*, wo die Spitzen der Blumenblätter mit der Spitze der durchgehenden Blüthenaxe verwachsen *).

Zuweilen bildet sich bei sehr gedrängtem Blüthenstande an Axillarknospen der Blüthenboden schief aus und steigt an einer Seite in die Höhe, besonders unterhalb des Fruchtknotens, so dass jener als Theil der Seitenwand dieses erscheint, z. B. bei den meisten Gräsern. Etwas ganz Aehnliches tritt aus ähnlichen Ursachen beim Vorhandenseyn vieler einzelner Fruchtknoten in einer Blüthe bei den Theilen des Fruchtbodens ein, welche die Basis jedes einzelnen Fruchtknotens bilden, und sie werden so scheinbar ein Theil der Fruchtknotenwand (z. B. *Potamogeton*, *Dryadeae*).

Ungleich häufiger ist dagegen in der Blüthe die Entwicklung der Stengelglieder als Scheibe oder als hohle Becherform. Bilden die gesammten Stengelglieder der Blüthe eine hohle, selbst bis zu einer cylindrischen Röhre ausgezogene Form, die nur Samenknospen umschliesst und auf ihrem obern Rande alle Blüthentheile trägt, so ist das der sogenannte unterständige Fruchtknoten (*germen inferum*).

Jede andere derartige Ausbreitung der Stengelglieder der Blüthe, die nicht unmittelbar Samenknospen trägt, heisst dann die Blüthenscheibe (*discus*). Diese kann dann unterhalb der Fruchtanlage stehen, unterständige Scheibe (*discus hypogynus*) und dann flach seyn, wie bei *Potentilla*, *Fragaria*, oder becherförmig, wie bei *Rosa*, *Populus* (*mas*). Dieser letztere kann frei seyn (*Rosa*) oder mit dem, auf seiner innern Fläche stehenden Fruchtknoten verwachsen (*Pyrus*), oder er kann von der Mitte des (halb unterständigen) Fruchtknotens abgehen, umständige Scheibe (*discus perigynus*), wie bei vielen Myrtaceen, oder er kann endlich oberhalb des (unterständigen) Fruchtknotens sich erheben, oberständige Scheibe (*discus epigynus*). Hier kommt er sehr selten (oder nie?) flach vor, aber trichterförmig bei *Godetia*, langröhrenförmig bei *Oenothera*, staubwegartig bei den Orchideen und Aristolochieen. In allen diesen Fällen können die Blattorgane der Blüthe an sehr verschiedenen Stellen stehen. Gewöhnlich freilich nehmen sie alle zusammen eine Zone, den Rand der flachen oder concaven Scheibe ein; es entspricht dann die Scheibe gleichsam so vielen auf einander liegenden

Scheiben, als durch die Zahl der Blattorgane Stengelglieder bestimmt sind. Nicht selten stehen die reinen Blattorgane am Rande und die Fruchtknoten auf seiner inneren oder oberen Fläche in einem oder mehreren Kreisen (z. B. *Rosa*, *Punica*, *Onagrariae*). Seltener schon stehen am Rande nur die Blüthendecken, die Staubfäden aber von ihnen entfernt auf einer innern Fortsetzung der Scheibe, z. B. bei den Orchideen.

Die Scheibe ist keineswegs immer regelmässig entwickelt, sondern zuweilen nur einseitig ausgebildet, wodurch die ganze Blüthe schief (unregelmässig, aber symmetrisch) erscheint; so z. B. bei *Reseda*. Am auffallendsten ist die Bildung bei *Pelargonium*, wo die Scheibe eine einseitige Vertiefung am Blütenstengel bildet und bei *Tropaeolum*, wo der Sporn allein von der Scheibe gebildet wird.

Ueber den Bau der Stengelglieder der Blüthe ist wenig Besonderes zu sagen: sie gleichen hierin ganz den einjährigen Stengelgliedern überhaupt; nur ist zu bemerken, dass sie oft kleinere und einfacher entwickelte Gefässbündel haben. Insbesondere ist noch zu erwähnen, dass innerhalb der Blüthe die Oberhaut der Stengelglieder (wie bei einigen Blattorganen auch) häufig nicht entwickelt ist, sondern statt ihrer ein zartes, weiches, etwas gelblich erscheinendes und gewöhnlich etwas oft zuckerhaltige Feuchtigkeit absonderndes Zellgewebe die Fläche überzieht (*Nectarium*).

B. Zahl, Stellungsverhältnisse und Dauer der Blüthentheile.

§. 147.

Sehr selten besteht eine Blüthe nur aus einem Theil, wie die männlichen Blüten von *Euphorbia*, *Lemna*, *Wolffia* aus einem Blattorgane, der Anthere, die weiblichen von *Taxus* aus einem Stengelorgan, der Samenknospe; gewöhnlich sind mehr Theile zu einer Blüthe vereinigt, so bestehen z. B. die weiblichen Blüten der meisten Aroideen aus einer oder mehreren Samenknospen und einem sie umschliessenden Fruchtblatte, so die männlichen Blüten der Salicineen aus einem schalenförmigen Discus und mehreren Staubfäden. In den meisten Fällen sind

männliche und weibliche Organe in einer Blüthe vereint, selten nackt (wie bei *Hippuris*), sondern meist noch mit Blüthendecken umgeben.

An Axillärblüthen bezeichnet man die Theile der Blüthe, die dem Blütenstengel zugewendet sind, als die oberen; die an der entgegengesetzten Seite der Blüthe dem Deckblatt, wo es vorhanden, anliegenden Theile als die unteren. Einige Pflanzen zeigen aber die Eigenheit, dass der Blütenstiel (analog dem sich windenden Stengel) bis zur Zeit des Aufblühens eine halbe Drehung macht (sey es als ächter Blattstiel (bei *Calceolaria* und einigen Orchideen) oder als unterständiger Fruchtknoten (bei den meisten Orchideen). Dadurch werden in einer solchen Blume die oberen Theile (bei den Genannten die Lippe) scheinbar zu unteren; man nennt solche Blumen *flores resupinati*, wendet den Ausdruck aber oft falsch auf die Orchideen an, bei denen eine solche Drehung nicht stattfand, bei denen also die Lippe ordnungsmässig nach Oben steht, z. B. *Epipogium*.

Es können nun im Allgemeinen nach gewöhnlicher Ansicht die einzelnen Organe der Blüthe, die man mit einem Collectivnamen belegt, sowohl ursprünglich nur aus einem Stücke bestehen (eingliedrige Blüthentheile, *partes monomerae*), als aus mehreren (mehrgliedrige Blüthentheile, *partes di-, tri-, polymerae*). Im letzteren Falle können dann die einzelnen Stücke völlig getrennt, frei seyn oder unter einander auf mannigfache Weise verwachsen. Die letztern nannte man früher ebenfalls *partes monomerae*, mit *De Candolle* besser verwachsenblättrige, *partes gamomerae*, z. B. *Hemerocallis* = *perianthium gamo-(mono-) phyllum*, *hexamerum*. *Salvia corolla gamo-(mono-) petala pentamera*. *Rosa corolla pentapetala* u. s. w.

Die Verwachsungen treten hier ganz auf dieselbe Weise ein, wie bei den Stengelblättern, kommen aber wegen des gedrängten Standes in der Blütenknospe noch viel häufiger vor. Sie finden entweder so statt, dass ein einzelnes Blattorgan mit seinen Rändern zu einem röhren- oder becherartigen Organe verwächst, wie z. B. häufig bei der sogenannten eingliedrigen Blütenhülle (Deckblättchen), oder dass mehrere Blattorgane unter einander mit den Rändern verwachsen. Gewöhnlich trifft dies alle Ränder eines Blattrinkreises, zuweilen bleiben aber zwei Ränder unvereinigt, z. B. beim Kelch von *Gentiana lutea*. Ebenso tritt zwar der Verwachsungsprocess an allen Blatträndern eines Kreises gewöhnlich gleichzeitig ein, zuweilen aber sehr viel später a) an zwei

obersten Blatträndern, woraus die sogenannten einlippigen Formen, z. B. die Blumenkrone von *Teucrium* und die *flores ligulati* der Compositen hervorgehen, oder *b*) an je zwei und zwei Blatträndern an der Seite des Blattkreises, wodurch die zweilippigen Formen (*part. bilabiatae*) der beschreibenden Botanik entstehen. Aber es kommt in der Blüthe noch eine Art der Verwachsung vor, von der ich bei den Stengelblättern kein Beispiel und bei den Deckblättern und Deckblättchen nur das der *cupula* der Cupuliferen kenne, nämlich die Verwachsung zweier oder mehrerer Kreise unter einander, z. B. bei den zwei Kreisen der Blütenhülle vieler Liliaceen, oder bei diesen und den zwei Staubfadenkreisen, bei dem Kreis der Blumenblätter und Staubfäden bei den Labiaten u. s. w., überhaupt bei allen den Blüten, denen man *stamina perianthio vel corollae* (nicht *calyci*) *inserta* zuschreibt. Die Verwachsung der Staubfäden eines oder mehrerer Kreise unter sich nennt man insbesondere auch wohl seit *Linné* Verbrüderung (*adelphía*) und unterscheidet dann nach der Zahl der Verbrüderungen in einer Blüthe *monadelphía*, *diadelphía* . . . *polyadelphía*. Sind die Blattorgane der Blüthe unter einander verwachsen, so nennt man den verwachsenen Theil Röhre (*tubus perianthii, calycis, corollae etc.*), den freien Theil den Saum (*limbus*) und die Grenze beider die Mündung (*fauz*). Eine der auffallendsten Formen der Verwachsung, wofür ebenfalls die Stengelblätter kein Analogon bieten, ist die Verwachsung der Blütenblattorgane gleich unterhalb der Spitze, ohne dass sich diese Verwachsung später weiter fortsetzt, so dass die Blattorgane nach Oben zusammenhängen, nach Unten frei sind; z. B. bei den Blumenkronen der männlichen Blumen von *Chamaedorea*, *Casuarina*, bei den Trägern der Staubfäden von *Symphyonema montanum* (?).

Auch das Fehlschlagen hat in der Blüthe dieselbe und nur die Bedeutung, die ich bei den Blattorganen ausführlich entwickelt habe, nämlich dass ein der Anlage nach vorhandener Theil bei der allmähigen Ausbildung der ganzen Blüthe in der Entwicklung zurückbleibt und so sich zuletzt der Beobachtung entzieht. Die Annahme irgend eines andern Aborts ist nicht Naturwissenschaft, sondern Träumerei einer spielenden Phantasie. Sobald die einzelnen Theile der Blüthe vielgliederig sind, erscheinen die Blattorgane um eine ideale und reale (die Axenorgane der Blüthe) Axe der Blüthe geordnet und zwar in der Anlage stets ganz regelmässig. Durch die spätere stärkere oder geringere Entwicklung ein-

zelner Theile wird die Blüthe aber häufig symmetrisch, oder, wie man auch wohl sagt, unregelmässig. Diese Unregelmässigkeit zeigt sich stets so, dass der obere Theil der Blüthe anders entwickelt ist wie der untere. Gewöhnlich trifft dies nicht den Fruchtknoten, der fast immer regelmässig bleibt, auch in der symmetrischen Blüthe, doch ist auch zuweilen dieser nur symmetrisch, z. B. bei vielen Scrophularineen, Acanthaceen, bei *Cryptocoryne spiralis*. Theilt sich die symmetrische Blüthe, gleichviel ob mit verwachsenen oder freien Gliedern, in zwei Hälften, eine obere und eine untere verschieden ausgebildete, so kann man sie allgemein zweilippig nennen. Ist nur ein einzelnes Blattorgan abweichend gebildet und dadurch die Blüthe unregelmässig und symmetrisch geworden, so heisst dies Blatt allein die Lippe (*labellum*). Höchst selten ist die ganze Blüthe auch unsymmetrisch, wie bei *Goodyera discolor*.

Wie viele Theile zu einer Blüthe zusammentreten, darüber lässt sich im Allgemeinen gar nichts bestimmen. Wir finden bisweilen allein an Blattorganen 50—60 zu einer Blüthe vereinigt. Dagegen sind gewisse Combinationen selten; mir ist keine durchgängig eingliedrige Blüthe bei der Anwesenheit von doppelten Blüthendecken bekannt. Wenn die verschiedenen Blüthentheile in mehrfacher Zahl vorhanden sind, so entstehen diese immer in einem oder mehreren Kreisen (Quirlen) auf gleicher Höhe der Blüthenaxe und zu gleicher Zeit. Folgen gleichgliederige Kreise auf einander, so stehen die Theile des folgenden Kreises gewöhnlich genau vor den Zwischenräumen zwischen je zwei Theilen des vorhergehenden Kreises (die Kreise und ihre Theile alterniren), selten stehen sie vor denselben (die Kreise und ihre Theile sind opponirt). Keineswegs sind aber immer alle Blattkreise einer Blüthe gleichgliederig. Bis zu den Staubfäden steigt oft die Zahl der Glieder, von da nimmt sie wieder ab; selten zeigt der Kreis der Fruchtblätter die grösste Zahl wie bei den Malopeen und Malveen. Die meisten Monokotyledonen mit vollkommen individualisirter Blüthe*) haben ganz regelmässig gleichgliederige Kreise durch die ganze Blume; bei den Dikotyledonen ist es verhältnissmässig seltener, indem häufig der äusserste und innerste Blattkreis weniger Glieder hat. Ueber die Zahl der auf einander folgenden Kreise lässt sich ebenfalls wenig allgemein Bedeut-

*) Vielleicht nur Gräser und Cyperaceen ausgenommen, bei denen nur ein Fruchtblatt vorhanden ist.

sames sagen. Möglich sind in einer Blüthe sieben verschiedene Formen von Blattorganen, nämlich Hüllkelch, Kelch, Krone, Nebenkronen, Staubfäden, Nebenstaubfäden und Fruchtblätter, doch kenne ich keine Blüthe, in der alle zugleich vorkämen. Alle diese Blattorgane können in einem oder mehreren Kreisen vorhanden seyn, mit Ausnahme des Hüllkelchs, bei dem ich kein Beispiel eines doppelten Kreises kenne. Blütenhülle, Kelch, Krone, Nebenkronen und Fruchtblätter kommen in einem, seltener in zwei Kreisen vor, Staubfäden in 1—3 (4?). Mehr Kreise kommen in der Regel nicht vor. Vermehrt sich die Zahl, was fast nur bei Staubfäden und Fruchtblättern geschieht, z. B. bei Ranunculaceen und Dryadeen, den Magnoliaceen u. s. w., so stehen sie nicht mehr in Kreisen, sondern in einer Spirale. Bei den Monokotyledonen mit vollkommen individualisirter Blüthe scheinen, mit alleiniger Ausnahme einiger Scitamineen, bei denen noch ein zweiter Blumenkronenkreis hinzukommt, fünf dreigliedrige Kreise von Blattorganen die Blüthe zu bilden. Bei den Dikotyledonen herrscht hier grosse Mannigfaltigkeit. *Lavatera* z. B. hat einen Hüllkelch, Kelch, Krone, Staubfäden und Fruchtblätter in fünf Kreisen mit steigender Gliederzahl, nur Kelch und Blumenkrone sind gleich. *Gnidia virescens* hat Blütenhülle, Staubfäden, Nebenstaubfäden und Fruchtblätter, aber in acht Kreisen, die durchgängig zweigliedrig sind. Es ist aber auch keineswegs nothwendig, dass alle Theile eines Blütenblattkreises sich gleichartig ausbilden, und manche bisher unerklärlich scheinende Blütenbildung wird sich wahrscheinlich durch diese Ansicht, gestützt auf Entwicklungsgeschichte, leicht auf regelmässigen Typus zurückführen lassen.

Die Dauer der einzelnen Blüthentheile ist sehr verschieden. Die Axenorgane, sofern sie die Fruchtanlage tragen oder diese bilden helfen, bleiben natürlich mindestens bis zur Reife des Samens. dann fallen sie mit diesem ab oder nachdem sie ihn ausgeworfen, sterben sie in Verbindung mit der ganzen Pflanze ab. Sofern die Axe nur männliche Organe oder Blüten trägt, ist ihre Dauer verschieden. Zuweilen werden sie bei Vorhandenseyn einer ächten Gliederung abgeworfen, zuweilen sterben sie an der Mutterpflanze ab und werden allmähig zerstört. Die Blattorgane der Blüthe sind in ihrer Dauer ebenfalls sehr verschieden. Blütenhülle, Blumenkrone und Nebenkronen sterben gewöhnlich bald nach vollkommener Entwicklung der Blüthe ab, entweder bei vorhandener ächter Gliederung abgeworfen, oder an der Blüthe welkend.

vertrocknend und allmählig zerstört werdend. Hüllkelch und Kelch theilen überwiegend häufig, die Fruchtblätter fast immer das Schicksal der die Fruchtanlage tragenden Axenorgane. Selten werden die Fruchtblätter vor der völligen Ausbildung des Samens zerstört wie bei *Leontice* und, nach *Rob. Brown*, bei *Peliosanthes Theta*. Kelch und Fruchtblätter werden dabei später gar oft verändert, seltener die ganz oder theilweise lebendig bleibende Blütenhülle, wovon später zu reden ist. Endlich die Staubfäden sterben meist gleich nach Ausstreuerung des Pollens ab, werden dann entweder abgeworfen, oder trocknen in der Blüthe an, wo sie allmählig zerstört werden.

Die gebräuchliche Terminologie ist hier folgende: Theile, die gleich, sowie sie kaum ihre volle Ausbildung erreicht haben, abfallen, nennt man hinfällig (*partes caducae*), die, welche etwas länger dauern, heißen, wenn sie durch eine ächte Gliederung abgeworfen werden, abfallend (*p. deciduae*), wenn sie an ihrer Stelle absterben und allmählig zerstört werden, welkende, vertrocknende (*p. marcescentes*), wenn sie lange noch vegetirend bleiben, dauernde (*p. persistentes*), endlich wenn sie durch Wachsen noch ihre Form verändern, auswachsende (*p. ex-crescentes*).

C. Von den reinen Blattorganen der Blüthe.

a Von den Blüthendecken.

§. 148.

Zu den Blüthendecken zählt man gewöhnlich die Blütenhülle (*perianthium*), den Kelch (*calyx*) und die Blumenkrone (*corolla*); ich rechne aber noch den Hüllkelch (*epicalyx*) hierher und fasse den Begriff Blütenhülle im engsten Sinne, so dass darunter nur die Blattorgane fallen, welche wenigstens zu zweien auf gleicher Höhe sich eng an die Blüthe anschliessen, so dass alle einzelnen Blattorgane an der Blütenaxe, die nur Staubfäden oder Fruchtknoten umschliessen, Deckblättchen zu nennen sind. Allen diesen Blüthendecken kommt das Gemeinschaftliche zu, dass sie nur besonders ausgebildete Blattorgane sind, dass also alle die Eigenthümlichkeiten der Form, die bei diesen vorkommen, auch bei jenen ganz natürlich erscheinen. Die wenigen Unterschiede ergeben sich aus dem Folgenden.

So gut wie für alle Blattorgane gilt auch für diese die Möglichkeit aller Formen, in der That aber sind die körperlich ausgedehnten Formen bei den Blüthendeckblättern selten oder gar nicht vorhanden, fast immer sind sie mehr oder weniger flach. Dagegen sind bei ihnen die den Schläuchen analogen Formen bei weitem häufiger als bei den Stengelblättern, und werden nach verschiedenen Aehnlichkeiten mit kahnförmig (das untere Blumenblatt bei *Polygala*), kapuzenförmig (das obere Blütenhüllblatt bei *Aconitum*) und so weiter bezeichnet. Bildet sich namentlich an der Basis eines nach Oben noch ausgebreiteten Blüthendeckblattes ein längerer sackförmiger Anhang*), so heisst dieser (mit einem sehr unglücklich gewählten Ausdrucke) Sporn (*calcar*), z. B. bei *Orchis*, *Delphinium*, *Fumaria* u. s. w. Die Spornbildung trifft häufig mit der Bildung einer symmetrischen Blüthe zusammen, indem nur ein oberes oder unteres Blattorgan einen Sporn bildet. Ausser bei den Kelchblättern (?) kommt auch hier die flächenförmige Ausbreitung, die durch einen linear ausgedehnten Theil mit der Axe in Verbindung steht, häufig vor; man nennt hier die Fläche zwar auch Blattscheibe (*lamina*), die verschmälerte Basis aber nicht Blattstiel, sondern Nagel (*unguis*), z. B. am Nelkenblumenblatt. — Die ächte Gliederung (*articulatio*) kommt zwischen Blüthendeckblatt und Axe häufig vor, in der Continuität derselben aber niemals (?), deshalb giebt es auch keine ächt zusammengesetzten Blüthendeckblätter, obwohl die bloß zertheilte Fläche nicht selten ist, z. B. *petala palmatifida* bei *Reseda*, die *petala pinnatifida* bei *Schizopetalum* u. s. w. Andeutung einer ächten Gliederung möchte vielleicht in der Ablösung des obern Theils der Blumenröhren bei *Mirabilis*, des Kelchs bei *Datura* vom untern Theil und in einigen ähnlichen Verhältnissen liegen.

Wirkliche Nebenblätter kommen bei der Blüthendecke nicht vor, wohl aber dem Blatthäutchen (*ligula*) analoge Anhängsel, wozu ein Theil der als Kranz (*corona*) beschriebenen Gebilde gehört, z. B. bei *Narcissus*, bei *Lychnis*, auch die Wölbschuppen (*fornices*) der Borragineen gehören eigentlich hierher. Es bilden sich aber diese Theile bei den Blüthendecken noch viel mannigfaltiger aus, und es finden sich oft von solchen auf der Fläche der Blattorgane stehenden Anhängseln drei und mehrere Reihen über einander. Fast alle Formen, die die beschreibende Botanik als Kranz (*corona*) und Nebenkronen (*paracorolla*) bezeichnet,

*) Ganz analog dem Schlauch bei *Dischidia Ruffesiana* und *clavata*.

gehören hierher, namentlich die zum Theil wunderbar zierlichen Bildungen bei den Stapelien, bei den Passifloren, ferner ein Theil der sogenannten Honiggefäße (*nectaria*), z. B. bei den Blumenblättern von *Ranunculus*. Alles dies sind nur unselbstständige Anhänge der Blattorgane, welche sich einfach und glatt entwickeln und erst später auf ihre Fläche diese Theile hervorschieben.

Die Verwachsungen und das Fehlschlagen sind schon im vorigen Paragraphen besprochen worden. Auch die ungleichseitige Ausbildung eines Blattorgans kommt hier vor, z. B. häufig an den Blumenblättern der Apocyneen (*Vinca*, *Nerium*, *Cerbera*).

Die Gesamtform einzelner oder mehrerer Kreise, gleichviel ob verwachsen oder nicht, bezeichnet man noch näher, nach bekannter Aehnlichkeit, als röhrenförmig (*tubulosum*), glockenförmig (*campanulatum*), trichterförmig (*infundibuliforme*), präsentirtellerförmig (*hypocrateriforme*), radförmig (*rotatum*) u. s. w.

Ueber die Structurverhältnisse ist nachher bei den einzelnen Arten der Blüthendecken zu sprechen.

§. 149.

Man unterscheidet fünf Arten von Blüthendecken. Wenn alle Blattorgane gleichartig, oder nahebei gleichartig, innerhalb eines anschaulich auffassbaren Kreises von Form-, Farben- und Structurverhältnissen entwickelt sind, so nennt man sie insgesamt eine Blüthenhülle (*perianthium*), dessen einzelne Blattorgane Blüthenhüllblätter (*phylla perianthii*) heissen. Kann man dagegen unter den Blüthendecken einer Blüthe zwei durch Gestalt, Farbe oder Structur verschiedene Formenkreise neben einander unterscheiden, so nennt man die äusseren Theile Kelch (*calyx*), die einzelnen Blattorgane Kelchblätter (*sepala*), die inneren Theile Blume oder Blumenkrone (*corolla*), die einzelnen Blattorgane Blumenblätter (*petala*). Lassen sich endlich drei verschiedene Formenkreise unterscheiden, so heissen die äussersten Theile Hüllkelch (*epicalyx*), seine einzelnen Blattorgane kann man Hüllkelchblätter (ebenfalls *phylla*) nennen. Kommen neben der einfachen oder mehrfachen Blüthendecke ausserhalb der Staubfäden noch selbstständige Blattorgane vor, die im Verhältniss zu den Blüthendecken eine sehr unvollkommene oder abnorme Bildung zeigen, so heissen diese Nebenkronen (*paracorolla*), wovon unten bei den accessorischen Blüthentheilen zu reden ist.

§. 150.

Die Blütenhülle (*perianthium*) besteht, nach der gegebenen Erörterung, in einem oder mehreren Blattkreisen, die unter einander gleichförmig nach Form, Farbe und Structur ausgebildet sind. Für sie lässt sich folgender Formenkreis näher bezeichnen. Die einzelnen Blattorgane sind immer (?) flächenförmig ausgebreitet, selten in Blattscheibe und Nagel getrennt, wenigstens wenn sie unverwachsen sind, gewöhnlich oval, oder lanzettlich; sie können grün (männliche Blüthe der Urticeen) oder mannigfach gefärbt (bei Thymeleen), von derberer, besonders wenn grün (bei Elaeagneen), oder von zarterer Textur erscheinen (bei Aristolochiaceen), oder sie können nur als zarte, saftlose Fetzen (Spreublättchen, *paleae*), als Borsten und Haare entwickelt seyn (bei den Typhaceen, Cyperaceen). Die Blütenhülle ist überwiegend häufig regelmässig, selten (bei einigen Ranunculaceen und Orchideen) symmetrisch; in diesem Falle niemals (?) wahrhaft zweilippig, oft dagegen mit einem Lippenblatt versehen, wie bei den Orchideen; dieses ist dann nicht selten hohl entwickelt (*cucullatum* bei *Aconitum*; *calcaratum*, bei Orchideen) und gewöhnlich das oberste Blatt der Blütenhülle. Ihre Blattstücke können frei (bei *Junceae*) oder verwachsen (bei *Funkia*, *Hemerocallis*) seyn; aus einem (bei Urticeen) oder mehreren Kreisen (bei Liliaceen) bestehen. Auch sind die Theile häufig mit den Staubfäden verwachsen; bei den verwachsenen Blütenhüllen ist die Röhre bald gerade (bei *Narcissus*), bald gebogen (bei *Aristolochia*), die Mündung meist nackt, seltener mit Anhängseln besetzt (bei *Narcissus*), die einen Kranz bilden, die bei der Blütenhülle überhaupt seltener sind, bei freien Blattorganen nur (?) auf der Lippe vorkommen; bei *Iris* hat der innere Blattkreis oft einen Bart.

Der Bau der Blütenhüllblätter ist im Ganzen der sehr einfacher Blätter und zeigt wenig besondere Verhältnisse, besonders wenn sie grün sind. Die Verästelungen der Gefässbündel sind demnach einfach, die Trennung in eine obere und untere Parenchymschicht ist selten angedeutet, die Oberhaut aber wie gewöhnlich. Bei den gefärbten und zarten Theilen enthalten die Zellen des Parenchyms Farbestoffe. Bei den meisten ist das Parenchym sehr locker und fast schwammförmig mit homogenem, wasserhellen Saft und grossen, luft erfüllten Intercellularräumen, daher die weisse Farbe. Die Oberhaut ist weniger entwickelt

bei den gefärbten Blättern und nähert sich mehr der Structur des Epithelium, Spaltöffnungen sind zuweilen vorhanden, besonders auf der untern Fläche, öfter aber sind die Oberhautzellen, zumal der obern Fläche, in kürzere oder längere Papillen erhoben, die der Oberfläche den eigenthümlichen Sammetglanz verleihen. Ausserordentlich häufig ist es hier, dass die Absonderungsschicht auf der Epidermis oft sogar recht regelmässig zart eingeritzt (*aciculatus*) erscheint, was sicher auch mit zur Erhöhung des Farbenglanzes und vielleicht auch durch Einwirkung auf die Lichtstrahlen zur Bildung und Modificirung des Farbentons beiträgt. Zuweilen, besonders im Grunde hohler Formen, bildet sich an bestimmten Stellen keine Oberhaut aus, auch nimmt das Parenchym wohl eigenthümliche Structur an und dient der Aussonderung eines sehr zuckerhaltigen Saftes, so z. B. der Spiegel an der Basis der Blätter von *Fritillaria*, sehr verschiedene Stellen am *labellum* der Orchideen u. s. w. Selten ist die Textur hart und fast holzig von vielen eingestreuten, stark verdickten und porösen Parenchymzellen, wie bei *Banksia*- und *Dryandra*-Arten (?). Bei den spreublattartigen Blüthenhüllen fehlen dem gewöhnlich einfachen Gefässbündel die Spiral- und andern Gefässe, bei den haarförmigen fehlen selbst die Gefässbündel.

§. 151.

Der Kelch (*calyx*) ist immer nur dann vorhanden, wenn neben ihm eine Blumenkrone vorkommt; er ist also nie zu verwechseln; von zwei ungleichartigen Blüthendecken ist er die äussere. Sein Formenkreis ist dem der Blüthenhülle sehr gleich, vielleicht findet er sich nicht so oft zart gebaut und gefärbt (wie z. B. bei Scitamineen, Musaceen, Butomeen, *Ranunculus*, *Tropaeolum*). Gewöhnlich ist nur ein Kreis Kelchblätter vorhanden, seltener zwei (bei den Berberideen). Die Kelchblätter sind auch stets sehr einfach, oval oder lanzettlich, selten fiederspaltig, sehr häufig von breiter Basis aus spitz zulaufend, oder sehr klein (*dentes calycis obsoleti*), zuweilen nur als trockne Schüppchen, oder als Haarbüschel vorhanden (der sogen. *pappus* bei den Compositen). Anhängsel kommen selten vor bei den Kelchblättern, häufig dagegen hohle Formen. Die Zahl der Kelchblätter in jedem Kreise ist bei den Monokotyledonen häufig drei, seltener vier oder zwei; bei den Dikotyledonen zwar am häufigsten fünf, doch auch zwei, drei, vier (und vielleicht auch mehr).

Verwachsungen der Kelchblätter unter einander kommen in jeder Weise vor, niemals aber, so viel mir bekannt, mit Blumenkrone und Staubfäden, niemals mit dem Fruchtknoten; was man so nennt, ist ein ganz anderes schon oben (§. 146) als unterständiger Fruchtknoten erörtertes Verhältniss. Sowohl bei freien, als verwachsenen Kelchblättern kommt Regelmässigkeit und Symmetrie vor; im letzten Falle häufig zweilippiger Bau.

Ueber die Structur des Kelches gilt ganz dasselbe, was über die Blütenhülle gesagt ist, nur sind grüne, blattartig gebaute Kelchblätter häufiger.

§. 152.

Die Blumenkrone (*corolla*), stets nur als innere Blüthendecke neben dem Kelche vorhanden, ist ganz einer gefärbten, zart gebauten Blütenhülle zu vergleichen. Niemals kommt, so viel ich weiss, eine ächte Blumenkrone vollkommen grün und blattartig gebaut vor. Ihr Formenkreis ist von allen Blüthendecken am grössten. Bei den Monokotyledonen sind freilich fast nur einfache rundliche, ovale, oder lanzettliche Blätter, selten kurz genagelt vorhanden. Bei den Dikotyledonen ist der Formenreichtum unermesslich, sowie die Mannigfaltigkeit und Pracht der Farben. Folgendes sind die Hauptmomente.

Das einzelne Blumenblatt zeigt fast den ganzen Reichthum der Blattformen in verjüngtem Maasstabe und zarten Verhältnissen, mit Ausnahme der ächt zusammengesetzten. Besonders häufig sind hier hohle Formen, kapuzenförmige, kahnförmige, gespornte Blumenblätter, diese letzteren öfter an einzelnen Blättern einer sonst regelmässigen Blumenkrone (z. B. bei *Fumaria*). Auch fingerförmig und gefiedert gespaltene, sowie mannigfach gelappte Blätter sind nicht ganz selten. Blattscheiben und Nagel zeigen sich häufig als deutlich zu unterscheidende Formen. Den Blattscheiben analoge Theile, sowie fast alle denkbaren Formen der Anhängsel, mit Ausnahme der Nebenblätter, kommen häufig vor und charakterisiren Geschlechter und Familien.

Unerlässlich ist es in dieser Beziehung, die blossen Anhängsel der Blumenblätter von selbstständigen Blattorganen zu unterscheiden. Zur Ersteren gehören namentlich die Deckschuppen (*fornices*) der Borragineen, die Kranzschuppe (*corona*) bei den Sileneen, die meisten als Kranz beschriebenen Bildungen bei den Stapelien und einigen andern Asclepiadeen, die Honigschuppen (*nectaria*) bei *Ranunculus* und bei *Parnassia* u. s. w.

Die Blumenkrone besteht aus einem, seltener zwei (dreigliederigen bei *Berberis*) oder mehreren (viergliederigen bei *Nymphaea*) Blattkreisen. Die Zahl der Glieder ist bei Monokotyledonen denen des Kelchs gleich, bei Dikotyledonen herrscht die Fünffzahl vor, doch kommen auch 2 — 4 und mehr (bei *Dryas*?) Glieder eines Kreises vor. Die Zahl der Glieder ist der des Kelches entweder gleich oder grösser, äusserst selten (z. B. bei *Hibiscus*) kleiner.

Das Fehlschlagen ist nicht selten und trifft oft alle Blattorgane der Blumenkrone zugleich (z. B. bei den Sommerblüthen mehrerer *Viola*-Arten, bei *Lepidium rudemale*, einigen *Acer*-Arten). Noch häufiger sind die Verwachsungen der Blattorgane in jeder Weise, niemals zwar mit dem Kelch und dem Fruchtknoten, oft aber mit den Staubfäden.

Bei freien oder verwachsenen Blattorganen kann die Blumenkrone regelmässig oder nur symmetrisch seyn. Bei letzterer ist die häufigste Form die zweilippige Bildung, besonders bei fünfgliedrigen Kreisen, so dass, je nachdem das unpaare Blütenblatt das oberste oder das unterste der Blüthe ist, die Oberlippe aus drei oder aus zwei Blumenblättern gebildet wird; im letztern Falle sind gar häufig diese beiden gar nicht oder nur wenig unter einander verwachsen, z. B. bei *Teucrium*. den sogen. Zungen- oder Strahlblumen (*floribus ligulatis vel radiatis*) der Compositen. Besondere Formen der symmetrischen Blumen sind z. B. die maskirten Blumen (*corolla personata*), bei denen die oberen Blumenblätter einer verwachsenen Blumenkrone so eingebogen sind (welchen Theil man als Gaumen [*palatum*] bezeichnet), dass sie den Eingang in die Röhre verschliessen (z. B. bei *Antirrhinum*), die ächte zweilippige oder Rachenblume (*corolla ringens*) bei den Labiatis, bei denen die zwei, die obere Lippe bildenden Blumenblätter oft eine hohle, die Unterlippe überragende Gestalt haben, und dann Helm (*galea*) heissen, die sogen. Schmetterlingsblume (bei den Papilionaceen), bei der das oberste Blatt gross und breit die andern überragt und Fahne (*vexillum*) genannt wird, während die beiden seitlichen, als Flügel (*alae*) meist ungleichförmig entwickelt, sich an die beiden untern, sehr häufig verwachsenden, ebenfalls ungleichseitig entwickelten und kahnförmig zusammengeneigten Blätter, das Schiffchen (*carina*) genannt, anlegen; auch verwachsen wohl alle Blätter der Schmetterlingsblume unter einander im untern Theil zu einer Röhre (z. B. *Trifolium*), oder es schlagen einzelne Blätter fehl u. s. w. Viele höchst unregelmässige symmetrische Formen, z. B. die der Poly-

galeen, der Balsaminen, Tropäolen u. s. w., haben zufällig keinen Namen erhalten.

Endlich vom Bau der Blumenkrone gilt alles das, was schon bei der Blütenhülle, sobald sie zarter gebildet ist, gesagt wurde. Gar mannigfaltig ist hier der Inhalt der Zellen an Farbestoffen, gar wunderbar oft ihre gruppenweise Vertheilung. Selten ist eine besondere derbere Textur in Folge des Vorherrschens stark porös verdickter Zellen, wie bei den *Amarantaceen*. Uebersaus mannigfaltig ist der Bau der Oberhaut und der Entwicklungen derselben zu Papillen, Haaren u. s. w. Insbesondere ist ihre Entwicklung zu Nectar absondernden Flächen, zumal auf dem Grunde hohler Formen und an den Anhängseln häufig. Auch kommt an den Blumenblättern Ausscheidung einer viscinähnlichen Substanz und in Folge dessen ein Zusammenkleben derselben vor, z. B. an der Spitze der beiden innern Blumenblätter der *Fumariaceen*. Uebrigens kenne ich keine besonders auffallenden Verhältnisse, die Erwähnung verdienten.

§. 153.

Der Hüllkelch (*epicalyx*) zeigt sich dann, wenn sich an den Blütendecken drei verschiedenartige Reihen von Battorganen unterscheiden lassen, und ist dann die äusserste Reihe. Es sind nicht viele Pflanzen, die einen Hüllkelch zeigen, noch weniger Pflanzenfamilien, denen er constant zukäme. In seinem Formenkreise und seiner Structur stellt er sich dem Kelche sehr gleich. Er kommt mit freien (bei *Passiflora*) und verwachsenen (bei *Lavatera*) Blättern vor, selten zart, blumenartig, zuweilen trocken, häutig (bei *Scabiosa*), meist grün und blattartig (bei *Malvaceen*, *Dryadeen*).

b. Von den Staubfäden.

§. 154.

Der Staubfaden (*stamen*) ist ein unzweifelhaftes, reines Blattorgan und von allen Blattorganen der Blüthe dasjenige, welches dem Stengelblatt am meisten analoge Formen zeigt.

Es ist das einzige Blattorgan der Blüthe, welches nicht nur morphologisch durch Form- und Stellungsverhältnisse, sondern auch physiologisch durch die Bedeutung seiner eigenthümlichen Structurverhält-

nisse zur Bildung der Sporen, hier Blütenstaub (Pollen) genannt, bestimmt ist. Hier gilt das Gesetz: wo kein Pollen sich bildet, ist auch kein Staubfaden. Die Ausdrücke *stamina abortiva*, *stamina castrata* u. s. w. haben keinen Sinn. In jener Beziehung entspricht es durchaus dem Sporophyll der kryptogamischen Stengelpflanzen, und die dort sich zeigenden Formen, für Classen typisch, treten hier für Familien oder Geschlechter charakteristisch wieder auf.

Wir finden hier das Sporophyll der meisten Farnkräuter, die eine Menge Kapseln (hier Fächer, *loculi*, genannt) aus der untern Blattfläche entwickeln, bei den Cycadeen. Bei vielen Coniferen bilden sich nur noch wenige, längere, röhrenförmige Fächer auf der untern Fläche aus (z. B. bei *Cunninghamia*); bei *Juniperus*, *Cupressus* u. s. w. sind die Staubfäden von dem Sporophyll der Equisetaceen durchaus nicht zu unterscheiden und ein Analogon des Sporophylls der Lycopodiaceen, wo sich auf der obern Fläche der Basis eines flachen Blattorgans eine Kapsel bildet, finden wir an *Humirium* und *Glossarrhena*, wo aber zwei Fächer statt eines auftreten. Gewöhnlich entspricht aber der Staubfaden dem Sporophyll der übrigen Farnen, bei denen nur der Blattstiel und Mittelnerv des Blattes ausgebildet ist, an dessen Seiten das Parenchym nur die Fächer formirt; aber natürlich ist der Bau nicht dem vielfach zerschlitzten Farnblatt entsprechend, sondern gewöhnlich einem einfachen, flachen und gestielten Blatte. Es zeigt sich dann eine verschmälerte Basis (der Blattstiel, hier aber Träger, *filamentum*, genannt) und ein oberer, breiterer Theil (die Blattscheibe, hier Staubbeutel, *anthera*, genannt). Man unterscheidet ferner an dem Staubbeutel einen mittleren Theil (den Mittelnerv des Blattes, hier Mittelband, *connectivum*, genannt), und die Seitentheile als Fächer (*loculi* oder *thecae*), welche als kugelige, eiförmige oder länglich cylindrische Wülste auf dem Scheitel, an den Rändern, auf der oberen oder unteren Fläche des Mittelbandes erscheinen; ferner den ursprünglichen Rand des Blattes als Längsfurche (*rima longitudinalis*). Endlich bei vielen Staubfäden ist analog dem sogen. sitzenden Blatte die ganze Blattsubstanz zur Bildung der Fächer verwendet (*anthera sessilis*).

Jeder Staubfaden entsteht wie ein Blatt, durchläuft anfänglich ähnliche Formenreihen und seine spätere eigenthümliche Erscheinungsweise ist immer erst Folge seiner specifischen Entwicklung, die sich nicht nur ideell, sondern auch meistens reell in der Entwicklungsgeschichte auf

wenige einfache Grundtypen zurückführen lässt. Neben dem schon oben durchgeführten kryptogamischen Typus in den Familien der Cycadeen und Coniferen kann man noch einen phanerogamen Typus unterscheiden, der wesentlich darin besteht, dass, abgesehen vom Vorhandenseyn des Trägers, sich ein flaches Blatt so ausbildet, dass seine Mittelrippe zum Mittelband, sein Rand zur Längsfurche wird, sein Parenchym an beiden Seiten des Mittelbandes anschwillt, in welchem dann durch Bildung der endlich lose liegenden Pollenkörner an jeder Seite ein (bei *Abies* und den *Asclepiadeen*) oder zwei Antherenfächer (wie gewöhnlich) gebildet werden. Dieser Typus liegt, mit Ausnahme von *Najas* und *Caulinia* und einigen Aroideen (bei denen mir die Entwicklungsschichten fehlen), sicher allen phanerogamen Staubfäden zu Grunde. Alle ferneren Eigenthümlichkeiten beruhen entweder auf bloß einseitiger Entwicklung der Fächer (bei *Canna*, *Salvia*); oder auf übermässiger Entwicklung des Mittelbandes, entweder im Ganzen, so dass die Fächer mehr oder weniger weit von einander entfernt werden (wie bei *Lacistema* und *Salvia*), oder nach der Basis zu (z. B. *Stachys sylvatica*), oder nach Oben (z. B. *Berberis*, *Humirum*), an der untern Fläche, so dass die Fächer scheinbar auf der oberen Fläche zu liegen kommen (*antherae anticae*, *introrsae*), oder an der oberen Fläche, so dass die Fächer auf der unteren Fläche erscheinen (*antherae posticae*, *extrorsae*), oder auf das Zusammentreffen mehrerer dieser Arten von übermässiger Entwicklung. Es kommen ferner sehr unregelmässige Entwicklungen des Mittelbandes und somit der davon abhängenden Fächer vor, z. B. die schlangenförmig gebogenen (bei vielen Cucurbitaceen), die der korinthischen Voluta ähnlich eingerollten Fächer bei *Phillydrum* u. s. w., die, alle von derselben ursprünglichen Bildung ausgehend, nur allmählig diese Formen annehmen. Es kommen ferner noch besondere Auswüchse des Mittelbandes vor, besonders auf der unteren Fläche, wo sie seltsame Formen von Sporen, Kapuzen, z. B. bei *Asclepias* u. s. w., annehmen und hier gewöhnlich unter dem Namen *corona* mit himmelweit verschiedenen Gebilden zusammengeworfen werden. Auch an den Fächern finden sich bald oben, bald unten Fortsätze und Anhängsel mannigfacher Art (z. B. bei den Ericaceen). Höchst eigenthümlich breitet sich das Mittelband auf der Rückseite des Staubbeutels über denselben, besonders aber nach Oben und Unten überragend und mantelartig einhüllend, bei vielen Apocynen aus. Auch auf der Verbindung der Anthere

mit dem Träger beruhen viele Verschiedenheiten, oft bildet sich gar kein Träger aus; wenn er vorhanden ist, geht er stetig in's Mittelband über, das etwas breiter als er erscheint, und dessen Basis von der Basis der Fächer nicht überragt wird, oder die letzteren ragen weiter darüber hinaus, so dass der Träger sich zwischen den Fächern inserirt, dem *folium cordatum* oder *sagittatum* entsprechend, oder die Fächer bilden sich auf ähnliche Weise über die Basis des Mittelbandes hinaus und verwachsen gleich bei der Bildung unter einander, dem *folium peltatum* entsprechend; man nennt dies *anthera dorso affixa*, oder weil sie auf dem dünnen Träger gewöhnlich schwankt, *anthera versatilis*. Endlich bietet auch der Träger, dem Blattstiel entsprechend, eine grosse Reihe von Verschiedenheiten dar, indem er linienförmig flächenförmig (bandartig), oder dick und fleischig entwickelt seyn kann, sowohl auf der obern als untern Seite Anhängsel allerlei Art zeigt und insbesondere diejenigen, die den bei Blättern vorkommenden entsprechen, so z. B. dem Blatthäutchen ähnliche (bei *Cuscuta* und einigen *Zygophyllum*-Arten), und insbesondere die den Nebenblättern entsprechenden Anhängsel (wie bei vielen Laurineen, Amarantaceen, *Allium*-, *Alyssum*- und *Campanula*-Arten), was um so merkwürdiger ist, da kein anderes Blattorgan der Blüthe etwas Aehnliches zeigt.

Eine ächte Gelenkbildung in der Continuität desselben Staubfadens kann ich nirgends finden, bei Compositen ist sicher nichts davon vorhanden.

Es kommen hier ferner Verwachsungen aller Art, sowohl der Staubfäden unter sich in ihrer ganzen Länge, oder der Träger ganz oder theilweise, der Träger mit der Blüthenhülle oder der Blumenkrone vor. Auch blosser Verwachsung der Nebenblätter, z. B. bei den Amarantaceen.

§. 155.

Eine sehr wesentliche Rolle in der Natur des Staubfadens spielen die Structurverhältnisse. Der Träger, wenn er vorhanden ist, und seine Anhänge haben fast immer den Bau der Blumenblätter, bestehend aus einem zarten Zellgewebe, oft mit gefärbten, noch öfter mit farblosen Säften und dann mit grossen, luftgefüllten Intercellularräumen, weshalb sie schneeweiss erscheinen. Ebenso verhalten sich die Anhängsel der

Träger und des Mittelbandes. Gewöhnlich durchzieht Träger und Mittelband ein einfaches Gefässbündel, dem aber nicht selten, z. B. bei den Amarantaceen, die Gefässe fehlen. Ausser bei den gelappten oder gefiederten Staubfäden, bei denen jedem Lappen ein Gefässbündel zukommt, sind die Gefässbündel nie verästelt. Die Oberhaut ist hier ebenfalls, wie bei den Blumenblättern, eine Mittelbildung zwischen Epidermis und Epithelium, zeigt auch noch, obwohl selten, Spaltöffnungen, häufig zierliche, zum Theil schön gefärbte Haare. Bei den Apocynen zeichnet sich ein Haarbüschel unterhalb des Staubbeutels auf der obern Fläche des Trägers aus, in welchem eine Menge eines viscinähnlichen Stoffes ausgesondert wird, so dass durch diesen Haarbüschel die Staubfäden fest an dem grossen Narbenkörper ankleben und so die Selbstbefruchtung unmöglich machen, da die zur Aufnahme des Pollens bestimmte Fläche sich unterhalb der Stelle befindet, wo Staubfäden und Narbenkörper verbunden sind. Auch an den Antheren kommt zuweilen eine Bildung einer solchen viscinartigen Substanz vor, wodurch, z. B. bei den Compositen, die Antheren unter einander zusammenkleben (hier vielleicht aus der Auflösung der Absonderungsschicht der Oberhaut an dieser Stelle entstanden), oder die Antheren an den Stigmakörper sich anheften, z. B. bei einigen Apocynen.

Auch die Ausbildung der Oberhaut zu Nectar absondernden Flächen ist hier häufig, besonders an den Anhängseln, im Grunde der hohlen Formen, an der Spitze der Nebenblätter der Laurineen u. s. w.

Bei weitem wichtiger ist aber der Bau des Staubbeutels. Anfänglich besteht dieser aus ganz gleichförmigem, zartwandigen Zellgewebe; aber bald, nachdem sich äusserlich das Antherenfach als eine beginnende Anschwellung charakterisirt, unterscheidet man auch im Innern zweierlei Zellgewebe, nämlich das, welches für die Wandung des Faches und das, welches für die Bildung der Mutterzellen und des Pollens bestimmt ist. Zwischen beiden ist noch eine dünne Lage von Zellen, die gegen die Zeit der völligen Ausbildung des Pollens aufgelöst und resorbirt wird, um dem Pollen den nöthigen freien Platz zu gewähren. In allen drei Schichten findet bis zur Vollendung des Ganzen Bildung von Zellen in Zellen statt, wodurch das Volumen vergrössert, die Form des Staubfadens, der als Blatt in dessen gesetzmässiger Weise von der Axe aus gebildet wurde, aber nicht verändert wird. Die äussere Schicht Zellgewebe, anfänglich mit einer Epithelcallage überkleidet, bildet diese zu

einer nicht selten mit Spaltöffnungen versehenen Mittelform von Epidermis und Epithelium um. Haargebilde kommen oft am Mittelbände, seltener auf den Fächern vor. Zuweilen ist die Oberhaut, zumal in der Nähe der Randfurche, derber zu einem etwas auf die Fläche senkrecht gestreckten Zellgewebe entwickelt und bildet so vorspringende Leisten (z. B. bei *Gladiolus*, *Cassia*, *Passiflora*). Mit alleiniger (?) Ausnahme der unter Wasser blühenden Pflanzen finden sich in allen Antheren eine oder mehrere Lagen von Spiralfaserzellen, aber in verschiedener Anordnung. Gewöhnlich sind nur eine oder zwei Zellenlagen, welche unter der Oberhaut die Substanz der Wände der Fächer bilden, in dieser Weise entwickelt; seltener nur die Oberhaut, oder das ganze Parenchym der Anthere, mit Ausnahme der Oberhaut und des Gefässbündels im Mittelbände.

Die Bildung des Pollens geschieht in folgender Weise. Im Innern jedes angelegten Antherenfaches tritt in einer einfachen Zellenreihe ein Bildungsprocess auf, durch welchen sich allmählig (bei der gewöhnlichen Form der Anthere) ein cylindrischer Strang von mehr oder weniger Zellen, den Mutterzellen, bildet. In jeder Mutterzelle theilt sich der granulös schleimige Inhalt gleichzeitig mit Erscheinung eines Cytoblasten in vier Portionen, die sich plötzlich mit vier Zellenmembranen umkleiden, oder es entstehen auf dieselbe Weise erst zwei und in jeder derselben wieder zwei Zellen. Dieses sind die vier in der Mutterzelle eingeschlossenen Specialmutterzellen. Mutterzelle und Specialmutterzellen werden nun durch Ablagerung gallertartiger Schichten auf ihre innere Fläche stark verdickt und gleichzeitig bildet sich in jeder Specialmutterzelle eine einfache Zelle, die Pollenzelle. Diese sondert, mit Ausnahme der unter Wasser blühenden Pflanzen, auf ihrer Oberfläche in eigenthümlichen, zum Theil wunderbaren Formen, die äussere Pollenhaut in einer oder mehreren Schichten ab. Während dieser letzten Ausbildung des Pollens werden die Mutterzellen und demnächst auch die Specialmutterzellen aufgelöst und resorbirt. Bei vielen Monokotyledonen, besonders Liliaceen, ist das Auflösungsproduct der Mutterzellen eine heller oder dunkler gelbe, etwas klebrige (ölartige [?]) Flüssigkeit, die sich an die äussere Pollenhaut anhängt. Bei den Onagreen scheint sich in den Mutterzellen oder Specialmutterzellen (ähnlich wie bei *Equisetum*) eine spiralförmige Verdickungsschicht zu bilden, die nicht mit aufgelöst wird, sondern in langen Fäden den entwickelten Pollenkörnern anklebt. Ein

Theil des Auflösungsproducts ist oft viscinartig und klebt die vier einer Mutterzelle angehörigen Pollenkörner fest zusammen (*pollen quaternarium*), zuweilen nur zwei (bei *Podostemon*), zuweilen mehr Körner (bei einigen Acacien, z. B. *A. lophantha*). Bei den Orchideen wird das ganze Auflösungsproduct der Mutterzellen und Specialmutterzellen viscinartig und klebt die gesammten Pollenkörner zu einer Masse zusammen, und ist zwischen ihnen leicht als eine zähe, fadenziehende Substanz zu erkennen. Bei Asclepiadeen endlich scheinen nur die Mutterzellen und zwar schon sehr früh resorbirt zu werden, die Specialmutterzellen dagegen werden gar nicht resorbirt, sondern kleben fest an einander und bilden so aus dem gesammten Pollen eines Faches einen kleinen zelligen Körper, der mit einer eigenen Oberhaut überkleidet erscheint, da in der äussersten Lage von Specialmutterzellen im ganzen Umfange sich keine Pollenkörner entwickeln. Wahrscheinlich ist in allen Zellen, von den Mutterzellen bis zum Pollenkorne (im letztern im jugendlichen Zustande ganz gewiss), eine in kleine Strömchen netzartig vertheilte Circulation des Saftes vorhanden.

Das ausgebildete Pollenkorn besteht, wie gesagt, aus der wesentlichen Pollenzelle, die bei den über Wasser blühenden Pflanzen noch mit der eigenthümlichen Absonderungsschicht überzogen ist. Diese bildet stets, unmittelbar der Pollenzelle aufliegend, eine gleichförmige Membran, nicht selten in doppelter Schicht, auf der gewöhnlich allerlei sonderbare Vorsprünge (die ersten Producte der Absonderung) aufgesetzt sind. Am häufigsten sind dies kleine leistenartige Vorsprünge, die, unter einander netzförmig zusammenhängend, oft der äussern Haut täuschend den Anschein geben, als sey sie aus Zellen zusammengesetzt, was sie, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, niemals ist. Die Räume zwischen den Maschen dieses Netzes sind oft zum Theil mit einer wasserhellen Gallerte erfüllt (z. B. bei *Iris*, *Passiflora* u. s. w.). Zuweilen bilden diese netzförmig verbundenen Leisten ganz bestimmt begrenzte Felder, die in der mannigfachsten Form und Anordnung den Pollenkörnern oft das zierlichste Ansehen geben, so insbesondere bei den Passifloren. Sehr häufig sind diese Vorsprünge kleine Stacheln, Regel, Warzen, Bogen, kleine thurmähnliche Bildungen, und dieselben sind entweder auf der Oberfläche zerstreut, oder auch sehr regelmässig angeordnet (z. B. am zierlichsten bei vielen Compositis, *Scorzonera*, *Tragopogon* u. s. w.). Die Substanz dieser Absonderungsschicht ist gewöhnlich gelb-

lich, seltener grünlich, bläulich oder röthlich, und wird durch concentrirte Schwefelsäure nur sehr langsam (nach 1—2 Tagen) zerstört und häufig durch deren Einwirkung burgunderroth gefärbt.

An allen (?) Pollenkörnern zeigt die äussere Pollenhaut gewisse Stellen entweder spaltenartig, oder in scharf gezeichneten Kreisen, wo sie entweder ganz fehlt, oder doch so dünn ist, dass sie sich dem Auge entzieht. Die Zahl und Anordnung dieser Stellen ist sehr verschieden; so haben die meisten monokotyledonen Pollenkörner nur eine Längsspalte (z. B. *Lilium*), einige Dikotyledonen sehr viele (z. B. *Polygala*); die meisten dikotyledonen Pollenkörner haben drei im Aequator gleichförmig vertheilte (z. B. *Centaurea*), oder vier nach den Ecken des Tetraeders gestellte Kreise, oder eine grosse Anzahl derselben (z. B. *Polemonium coeruleum*, *Ipomaea purpurea*). Zuweilen sind diese Löcher nicht frei, sondern von einem deckelartigen Stück der Absonderungsschicht bedeckt, welches aber von der übrigen Haut ganz getrennt ist (z. B. bei *Pepo*).

Der Inhalt der Pollenzelle ist bei ihrer ersten Entstehung fast ganz granulös mit einer geringen Menge von Flüssigkeit, nach und nach lösen sich die Körner grösstentheils auf, der Inhalt wird wässriger und fast klar, die zurückgebliebenen Körner charakterisiren sich als Schleimkügelchen. Gegen die Reife der Pollenkörner vermehren sie sich und es treten zuweilen noch andere Körnchen einer unbestimmten, von Iod gelb gefärbten Substanz (*Inulin*?) und zarte Oeltröpfchen auf, und sehr gewöhnlich auch Stärkemehlkügelchen in grösserer oder geringerer Menge, zuweilen in eigenthümlicher Form (z. B. bei den *Onagreen*), aber immer in derselben Pollenzelle von sehr verschiedener Grösse. Dabei wird die Flüssigkeit immer concentrirter und verliert an Wasser, und erhält eine ausserordentliche endosmotische Kraft, selbst gegen Säuren; durch deren Anwendung sie anschwillt, so dass sie die Pollenzelle sprengt und, austretend, darmförmig coagulirt. Das gegen das Ende seiner Ausbildung straff ausgedehnte Pollenkorn zieht sich daher wegen des Wasserverlustes bei völliger Reife etwas zusammen und bildet gewöhnlich in der Richtung der Spalten oder Löcher bedeutende Einfaltungen, die sich bei Einwirkung von Wasser wieder ausgleichen. Die Bewegung des Inhalts in netzförmig verbundenen Strömchen hat bei allen reifen Pollenkörnern aufgehört (mit alleiniger, bis jetzt bekannter Ausnahme in den lang-cylindrischen Pollenkörnern von *Zostera marina*), dagegen zeigen die verschiedenen Körnchen des Inhalts oft schon in der Pollen-

zelle, stets aber nach dem Austreten, auch bei dem Pollen aus alten Herbarienexemplaren und nach der Einwirkung der Iodtinctur, lebhafte Molecularbewegung.

Auf irgend eine Weise öffnen sich die Fächer aller Staubbeutel zu einer bestimmten Zeit, um den Pollen auszustreuen, gerade wie die Sporocarprien der Kryptogamen. Die Art und Weise ist aber sehr verschieden. Die zu zwei oder vier vereinigten kleinen eiförmig-kapselartigen Antherenfächer der Cycadeen reissen mit Längsspalten auf, die von *Juniperus*, *Taxus* und Verwandten ganz wie die Sporocarprien von *Equisetum*. Von den meisten exotischen Coniferen kenne ich das Aufspringen der Antheren nicht. Bei der einheimischen *Abies* (*Pinus* und *Larix*?) und bei allen Asclepiadeen bildet sich an jeder Seite des Mittelbandes nur ein Fach, beide öffnen sich, indem die Wandung in der Mittellinie vom Mittelbande abreißt, also eigentlich mit zwei Längsspalten eine für jedes Fach. Die dadurch frei werdende und austrocknend sich elastisch zurückschlagende, äussere Wandung des Faches nennt man nun Antherenklappe (*valvula*), und weil nur zwei Klappen zu unterscheiden sind, spricht man nur von einer Längsspalte (*anthera rima longitudinali unica dehiscens*). Bei vielen Caladien, bei *Ceratophyllum* und andern bildet sich zur Zeit der Pollenreife auf dem Scheitel der Anthere durch Absterben und Zerstörung des Zellgewebes (?) ein Canal, durch welchen der Pollen austritt (*anthera poro dehiscens*). Bei fast allen übrigen Mono- und Dikotyledonen ist die Grundlage der Bildung die Entstehung von je zwei Fächern an jeder Seite des Mittelbandes; dieses bildet hier die Scheidewand zwischen beiden Hälften der Anthere; eine von ihr zu beiden Seiten ausgehende Zellgewebslamelle trennt jede der beiden Hälften in ein vorderes und hinteres Fach. Selten (wie bei *Viscum*) bilden Querlamellen auch noch horizontale Scheidewände. Bei den Piperaceen, Malvaceen, den Solaneen, Cucurbitaceen und vielleicht noch einigen andern Familien fliessen die zwei vordern und hintern Fächer oben auf dem Scheitel der Anthere zusammen; werden nun durch starke Ausdehnung des Mittelbandes an der Basis die beiden Hälften der Anthere allmähig in eine gerade oder fast gerade Linie gerückt (wie namentlich bei *Peperomia*), so hat man ebenfalls eine, obwohl nur scheinbar, zweifächerige Anthere, wovon der bei Scitamineen häufige Fall, dass sich nur an einer Seite des Mittelbandes zwei Fächer bilden (die *anthera dimidiata*), wohl zu unterscheiden ist. Man

nennt hier überall den Theil der Wandung zwischen dem Mittelbände und der Scheidewand ebenfalls Klappe. Die meisten Verschiedenheiten, die gewöhnlich bei den Antheren angegeben werden, beruhen nun, nächst den Verschiebungen der Fächer durch verschiedene Ausdehnung des Mittelbandes, auf der Art und Weise und der Zeit der Ablösung der Klappen. Gewöhnlich bleiben sie am Mittelband befestigt und reissen, unter sich noch zusammenhängend, von der Scheidewand ab, die dann zum Theil oder ganz zerstört wird (*anthera bilocularis* der beschreibenden Botanik); seltener geschieht dieses Ablösen erst spät und sie trennen sich fast gleichzeitig von einander [z. B. *Tetralthea*] (*anthera quadrilocularis*). Die Trennung der *valvulae* von einander beginnt gewöhnlich von Oben. Beschränkt sie sich dabei auf ein kleines Stück ihrer Länge, wie bei vielen Gräsern und den Ericaceen, so nennt man es *anthera poro (spurio) dehiscens*; geht die Trennung der ganzen Länge nach vor sich, so heisst der Staubbeutel *utrinque rima longitudinali dehiscens*. Sehr selten trennen sich die Valveln, ringsum unter sich zusammenhängend, auch auf der vordern Seite von dem Mittelband (*anthera unilocularis* der beschreibenden Botanik); dies charakterisirt die Familie der Epacrideen. Sehr abweichend ist die Bildung bei zwei weit aus einander stehenden Familien, den Berberideen und Laurineen. Bei beiden lösen sich die Klappen im ganzen Umfange, mit Ausnahme einer kleinen Stelle, am Scheitel der Fächer ab und schlagen sich von Unten nach Oben zurück (*anthera valvulis dehiscens*). Bei den Laurineen kommt hier noch das Eigene hinzu, dass von den vier angelegten Fächern die beiden hintern entweder ganz verkümmern, oder die Fächer durch ungleiche Ausdehnung des Mittelbandes so verschoben werden, dass sie zuletzt, statt neben den vorderen, über ihnen liegen.

C. Von den accessorischen Blattoorganen der Blüthe.

§. 156.

Ausser den bisher abgehandelten Blüthentheilen kommen noch häufig andere unzweifelhafte Blattoorgane in der Blüthe vor, die man, in Bezug auf ihre einfache Bildung (dünnere oder dickere Schüppchen) oder sehr abweichende Gestalt, als verkümmerte Blüthentheile bezeichnen könnte. Ich unterscheide nach den Stellungsverhältnissen zwei Formen,

nämlich 1) von den äussersten Blüthendecken bis zum äussersten Kreis ausschliesslich, in welchem Staubfäden entwickelt sind, die „Nebenblume“ (*paracorolla*) und ihre Blätter als „Nebenblumenblätter“ (*paropetala*); 2) von dem genannten Kreis einschliesslich bis zum Fruchtknoten, die Nebenstaubfäden (*parastemones*).

Die Nebenkrone besteht zuweilen aus Schüppchen, die bald dünner, blattartiger, bald dicker und fleischiger, bald ganzrandig, bald zertheilt sind, so bei den Gräsern der innere dreitheilige Blattkreis, von dem gewöhnlich ein Blatt fehlschlägt, bei *Vallisneria* die drei kleinen Schuppen. Häufiger zeigt die Nebenkrone ganz besondere abweichende Formen, die zum Theil die Gestalten der Blüthendecken im Kleinen und oft verzerrt wiedergeben, z. B. die beiden langen, dünnen Blattorgane in der Blüthe von *Aconitum*, die ein langgenageltes, gesporntes Blüthendeckblatt nachahmen; die tutenförmigen Nebenblumenblätter bei *Helleborus*, *Trollius*, *Nigella* u. s. w.; die ganz wunderlichen kleinen, meist kahnförmig Blättchen bei den Loaseen. Mir ist kein Beispiel bekannt, dass die Theile der Nebenblume unter einander verwachsen wären. Die Structurverhältnisse sind entweder sehr einfach, wie bei den meisten Schüppchen, die nur aus zartem Zellgewebe bestehen, oder sie gleichen denen der Blüthendecken und ihrer Anhängsel; am häufigsten findet sich hier die Absonderung von Nectar an bestimmten Stellen, besonders in den hohlen Formen.

Die Nebenstaubfäden kommen in doppelter Weise vor, als ganz getrennte Blattorgane und völlig unter einander verwachsen. a) Im ersten Falle sind sie in ihren Formen den Staubfäden bald mehr, bald weniger ähnlich, z. B. bei den Commelineen, und oft, insbesondere wenn sie (wie bei *Chelone*, *Scrophularia*) einem Kreise angehören, von dem sich einige Glieder zu Staubfäden entwickeln, ganz wie ein Träger ohne Anthere gebildet, z. B. bei vielen Geraniaceen; zuweilen sind sie auch hier schuppenförmig, z. B. bei *Veronica*, wo sie zwei Theile des viergliedrigen Staubfadenkreises repräsentiren. Wenn sie einen eigenen Kreis bilden, so sind sie gewöhnlich als kleine Schüppchen entwickelt, z. B. bei *Pimelea* und *Gnidia* zwei, u. s. w. b) Im letzten Falle bilden sie grösstentheils den sogenannten unterständigen Ring (*annulus hypogynus*) und sind dann gewöhnlich dickfleischig und saftig, z. B. bei *Daphne*, bei *Celosia*, bei *Trapa*; zuweilen ist dieser Ring gelappt, so dass er die Zahl seiner Glieder noch deutlich (wie bei den

meisten Ericaceen, bei *Chrysosplenium* achtlappig, bei *Cobaea scandens*, *Convolvulus* fünfklappig) oder undeutlicher zu erkennen giebt (wie in der ganzen Familie der Scrophulariaceen); häufiger ist der Ring im ausgebildeten Zustande ganz gleichförmig, z. B. bei *Ruellia formosa*, *Callistegia*, vielen Polemoniaceen. Auch an der Symmetrie der Blüthe nimmt dieser Ring zuweilen Theil, z. B. *Gesneria* und *Pedicularis*.

D. Die Fruchtanlage.

§. 157.

Die Samenknospe, als der einzige wesentliche Theil der Fruchtanlage, kann entweder nackt, oder in einem Behälter eingeschlossen seyn; diesen letztern nennt man Stempel (*pistillum*). Wo er vorhanden ist, besteht er wesentlich aus zwei Theilen: einer Höhle, die die Samenknospen umschliesst, dem Fruchtknoten (*germen*), und seiner gewöhnlich eigenthümlich modificirten Oeffnung nach Aussen, der Narbe (*stigma*). Zuweilen verlängert sich der Fruchtknoten unter der Narbe noch in eine längere oder kürzere Röhre, die Staubweg (*stylus*) genannt wird. In dem Fruchtknoten sind die Samenknospen an bestimmter Stelle, wo sich oft ein besonders zu unterscheidender Theil als eigenes Organ charakterisirt, befestigt; man nennt diese Stelle den Samenträger (*spermophorum*). Die Betrachtung dieser Verhältnisse muss ich nun, des bessern Verständnisses und innern Zusammenhanges willen, nach folgender Uebersicht fortführen:

- a) Vom Stempel*).
- b) Von dem Samenträger.
- c) Von der Samenknospe.

a) Vom Stempel.

§. 158.

Zu den Stempeln rechne ich nur diejenigen Theile, die wirklich Höhlungen umschliessen, in denen sich später eine oder mehrere Sa-

*) Der Ausdruck Stempel (*pistillum*) ist hergenommen von der Aehnlichkeit, welche manche dieser Organe z. B. bei den Primulaceen mit einer Mörserkeule (Stempel) zeigen, in dem eine grössere Kugel (der Fruchtknoten) und eine kleinere (die Narbe) durch ein cylindrisches Stück (den Staubweg) verbunden sind. Da Narbe und Staubweg häufig bei Ausbildung der Frucht verschwinden, so passt der Ausdruck Fruchtknoten (so viel wie Fruchtknospe) nur auf den untern Theil, der immer zur Frucht wird.

menknospen entwickeln. In diesem Sinne fehlt den Coniferen, Cycadeen und Loranthaceen der Stempel durchaus. Nach den den Stempel bildenden Grundorganen muss man drei Hauptarten unterscheiden, den ächten oberständigen Stempel (*pistillum superum*), den unterständigen Fruchtknoten (*germen inferum*) und den Stengelstempel (*p. cauligenum*). Der erstere bildet sich aus einem oder mehreren Blattoorganen, der zweite in seinem untern Theile aus dem Blütenstiel, im obern häufig aus Blattoorganen; der dritte entsteht ganz aus Axenorganen oberhalb und innerhalb der Blütenhüllen. Ein Blattoorgan, insofern es zur Bildung des Stempels dient, nennt man Fruchtblatt (*carpellum*). Folgende Fälle verdienen nähere Erläuterung.

I. Vom oberständigen Stempel. Der aus einem Fruchtblatt sich bildende Stempel entsteht wie ein Blatt, das sich flach ausbreitet und dessen Ränder von Unten nach Oben allmähig verwachsen; der untere (Scheiden-) Theil, zu einem hohlen Körper verwachsen, bildet den Fruchtknoten, der obere, nicht verwachsene, frei ausgebreitete Theil (die Blattscheibe), die Narbe; der mittlere Theil (Blattstiel), wenn er vorhanden ist, zu einer unten mit dem Fruchtknoten communicirenden und am Anfang der Narbe sich nach Aussen öffnenden Röhre verwachsen, wird zum Staubweg (z. B. *Zea Mays*). So ist das Ganze ein einfacher, eingliederiger Stempel (*p. simplex monomerum*). Der Fruchtknoten ist in diesem Falle einfächerig (*germen uniloculare*). In einigen Fällen bilden sich hier durch zellige Auswüchse von der innern Wand des Fruchtknotens unächte Scheidewände (*dissepimenta spuria*), wodurch der Fruchtknoten ein unächt mehrfächeriger wird (*germen spurie pluriloculare*), z. B. bei *Aroideae*.

Setzt sich der Stempel aus mehreren Fruchtblättern zusammen, so bilden diese sich

a) entweder auf die beschriebene Weise zu Stempeln um und bleiben unverbunden = mehrfache, eingliederige Stempel (*p. plura, monomera*), oder sie verwachsen, in einem oder mehreren Kreisen stehend, unter einander mit den äusseren, einander zugekehrten Flächen. So bilden sie einen scheinbar einfachen und vielgliederigen Stempel (*p. simplex, polymerum*). Diese Verwachsung kann sich auf den ganzen Stempel erstrecken (z. B. Apocynen), oder nur auf Fruchtknoten und Staubweg, oder nur auf den Fruchtknoten, woraus ein einfacher Fruchtknoten mit einfachem Staubweg und mehreren Narben (z. B. *Gerania-*

ceen), oder gar keinem Staubweg und mehreren Narben (z. B. *Phytolacca*), oder ein einfacher Fruchtknoten mit mehreren Staubwegen und mehreren Narben (z. B. *Buxus*) hervorgeht; selten bleiben die Fruchtknoten und Staubwege getrennt und nur die Narben verwachsen, wie bei den Asclepiadeen. Den Fruchtknoten nennt man in allen diesen Fällen mehrfächerig (*plurilocularis*). Die Fächer (*locula*) werden durch Scheidewände (*dissepimenta*) getrennt, die ihrer Entstehung nach doppelt sind und natürlich mit den Fruchtblättern, also auch mit den Narben abwechseln. Zuweilen tritt auch hier die Bildung unächter Scheidewände durch zellige Auswüchse hinzu, z. B. bei den Labiaten und Borragineen, wo der ächt zweifächerige Fruchtknoten durch solche unächte Scheidewände zum unächt vierfächerigen wird.

b) Oder die Fruchtblätter verwachsen unter einander mit den Rändern, so dass sie einen einfachen, vielgliederigen Fruchtknoten, einen Staubweg mit einfacher Röhre und einfachen oder mehrfachen Narben bilden (*p. simplex, polymerum*). Dieser ist aber hier einfächerig (*uniloculare*) wie der eingliederige. Selten sind hier unächte Scheidewände, die meist, vielleicht ausschliesslich, aus einer besondern Entwicklung des Samenträgers hervorgehen, z. B. bei den Cruciferen, bei denen die Bildungsgeschichte leicht zu verfolgen ist.

II. Vom unächten unterständigen Fruchtknoten. Bei der Bildung eines becherförmigen Discus tritt zuweilen der Fall ein, dass die mehreren einfachen, eingliederigen, oberständigen Fruchtknoten, die er umgiebt, nicht blos unter einander, sondern auch mit dem Discus fest verwachsen und so eine gleichförmige Masse bilden, die oben die übrigen Blüthentheile trägt und aus der die Staubwege und Narben länger oder kürzer hervorragen. Dieser Fall tritt bei den Pomaceen ein, wo nur ein Kreis von Fruchtknoten vorhanden ist, und bei den Puniceen, wo zwei Kreise zusammenstehen. Diese Bildung ist von dem ächten unterständigen Fruchtknoten durchaus verschieden. Dort werden die einzelnen Fruchtknoten von Blattorganen gebildet und verwachsen mit Axenorganen; bei letzterem dagegen ist es eine reine Form der Axe, welche ausschliesslich den Fruchtknoten bildet.

III. Vom unterständigen Fruchtknoten. Bei einer grossen Reihe von Familien dehnen sich sämtliche Stengelglieder vom Kelch bis zu den Fruchtblättern in einen hohlen, becherförmigen oder selbst röhrenförmigen Körper aus, der auf seinem Rande die sämtlichen übr-

gen Blüthentheile trägt und auf seiner innern Fläche die Samenknospen entwickelt und so den Fruchtknoten (*germen*) bildet. Die Fruchtblätter bilden hier, indem sie mit ihren Rändern unter einander verwachsen, nur die obere Decke der Fruchtknotenhöhle, den Staubweg, wenn er vorhanden ist, und mit den freien Enden die Narben. Ihr Antheil an der Bildung des Fruchtknotens ist aber sehr verschieden. Ist der unterständige Fruchtknoten nur eine flache Vertiefung, z. B. Saxifrageen, Myrtaceen, so ist der Antheil der Blattorgane an der Bildung der Höhle noch ziemlich bedeutend (*germen seminiferum*). Ist der Fruchtknoten schon durch die Form der Stengelglieder nach Oben geschlossen (z. B. bei den Onagreen), so bilden sie nur den Staubweg und die Narben. Verlängert sich aber, wie nicht selten geschieht, die von den Stengelgliedern gebildete Röhre noch oberhalb der Blüthendecken, so entsteht auch ein (unächter) aus den Stengelgliedern gebildeter Staubweg, der dann gewöhnlich die Staubfäden trägt, und die Fruchtblätter bilden nur noch als kleine Schüppchen die Narbe, oder fehlen ganz. Dies ist die Bildung bei Orchideen und Aristolochiaceen, und am auffallendsten bei den Stylideen. Bei diesen Fruchtknoten können natürlich gar keine echten Scheidewände vorkommen, wohl aber bilden sehr häufig die Samen-träger unächte Scheidewände, und zwar, wie ich glaube, mit wenig Ausnahme den Fruchtblättern, also auch den Narben opponirt.

IV. Vom oberständigen Stengelfruchtknoten. Bei *Passiflora* entsteht der oberständige Fruchtknoten aus einer becherförmigen Axe, an deren Rande die Fruchtblätter entstehen, welche Staubwege und Narben bilden.

V. Vom Stengelpistill. Bei Leguminosen und Liliaceen, vielleicht bei noch mehreren Familien, entwickelt sich das Ende der Axe innerhalb der übrigen Blüthentheile allmählig zu einem oder mehreren flachen, blattartigen Stengeln. Diese verhalten sich in der Bildung eines Stempels gerade so, wie wirkliche Blätter. An den eingeschlagenen Rändern bilden sich nach Unten die Samenknospen; der obere Theil wächst allmählig zu Staubweg und Narbe aus.

§. 159.

Der Bau des Stempels ist nach seinem verschiedenen Ursprung, aber mehr noch nach specifischen Eigenthümlichkeiten verschieden. Wie jeder

sich bildende Pflanzentheil, besteht er anfänglich aus gleichförmigem, zarten Parenchym, an dem sich ein Epithelium der äusseren und inneren Fläche unterscheiden lässt. Allmählig, aber zuweilen erst spät, in einigen Fällen niemals, bilden sich aus dem Parenchym die Gefässbündel hervor, bei dem einfachen Fruchtblatt gewöhnlich ein Hauptgefässbündel, der Mittelrippe des Blattes entsprechend, und zwei andere Gefässbündel an den Rändern des Blattes; bei vielgliederigen, einfächerigen Fruchtknoten fehlen die letztern häufig. Selten sind die Gefässbündel auf ähnliche Weise wie im Blatte verästelt, was ziemlich natürlich aus der morphologischen Bedeutung folgt, denn Fruchtknoten und Staubweg entsprechen dem Scheidentheil und Blattstiel, in dem gewöhnlich nur ein oder wenige parallele Gefässbündel verlaufen; die Narbe dagegen entspricht der Blattfläche und ist so unausgebildet, dass sie in der Regel gar keine Gefässbündel enthält. Selten zeigen sich im Innern des Fruchtknotens interessante Modificationen des Zellgewebes. Doch kommen Oelgänge (Umbelliferen), Milchsäftgefässe, Krystalle führende Zellen u. s. w. hin und wieder vor. Das äussere Epithelium der äussern Fläche geht gewöhnlich bald in Epidermis, häufig mit Spaltöffnungen, über, unter denen sich etwas lockeres, fast schwammförmiges Parenchym zeigt. Die Oberfläche des Fruchtknotens zeigt hier alle möglichen Anhängsel der jugendlichen Epidermis, Haare, Stacheln, Drüsen u. s. w. Der Staubweg ist zuweilen mit Haaren besetzt, die man Sammelhaare (*pili collectores*) genannt hat, weil an ihnen der Blütenstaub oft hängen bleibt. Bemerkenswerth sind die eigenthümlichen Haare am Staubweg vieler Campanulaceen, die sich in sich selbst hineinziehen. Sie haben vielen Phantasiespielen als Stütze gedient. Wichtiger ist die Ausbildung des Epitheliums der inneren Fläche, welches nur in der Fruchtknotenhöhle zuweilen zu einer wirklichen Epidermis (selten, wie bei *Passiflora* und einigen Cruciferen, mit Spaltöffnungen versehen) sich entwickelt, und der nächst darunter liegenden Schichten. Auf dem Stigma bildet es sich ganz oder zum Theil zu Papillen um, eben so zuweilen in dem Canal des Staubwegs, wenn dieser deutlich hohl ist, und oft auch in der Fruchtknotenhöhle längs des Samenträgers bis zu den Samenknospen, wo die Papillen häufig zu langen Haaren auswachsen. Alle diese Papillen sondern gewöhnlich zur Zeit der völligen Ausbildung des Stempels eine klebrige, Gummi und Zucker haltende Substanz, die Narbenflüssigkeit, ab. Eine ähnliche Substanz

wird häufig in die Intercellulargänge der unmittelbar unter dem Epithelium der Narbe und des Staubwegs liegenden Zellenschichten abgesondert, und zwar oft in solcher Menge, dass die einzelnen Zellen völlig aus ihrem Verbande getrennt werden und ziemlich locker in diese schleimige, dickflüssige Substanz eingebettet liegen. Leicht ist dieser Process z. B. bei den Orchideen und Onagreen zu verfolgen. Das gesammte Epithelium, sobald es papillös geworden, sowie das lockere Zellgewebe sammt der abgesonderten Substanz, nennt man das leitende Zellgewebe (*tela conductrix*, *conductor fructificationis Horkel*, *tissu conducteur Brongniart*). In seltenen Fällen, bei Asclepiadeen und Apocynen, wo die obere Oeffnung des Staubwegcanals vollkommen verwächst, bildet sich von der Höhle des Staubwegs aus ein solches leitendes Zellgewebe durch die ganze Dicke der Wandung bis zur äussern Fläche. Bei den Asclepiadeen kommt noch eine eigenthümliche Absonderung an fünf Ecken des grossen, aus Verwachsung der Narben hervorgegangenen Körpers vor, aus welcher fünf drüsige, kaum organisirte Gebilde, je mit zwei Armen, von Viscin überzogen hervorgehen und, wie schon bemerkt, die Pollenmassen beim Aufspringen der Antheren aufnehmen.

b) Von dem Samenträger.

§. 160.

Da die Samenknospe einer Knospe entspricht, die eben unmittelbar aus einem Stengel hervorgeht, so kann natürlich gar häufig von einem Samenträger als besonderem Organ gar nicht die Rede seyn, wenn nämlich die Axenorgane, aus denen die Samenknospen entspringen, schon anderweitig als Organe bestimmt und bezeichnet sind. In diesem Falle versteht man unter Samenträger nur die Region, in welcher die Samenknospen befestigt sind, und im einfachsten Falle kann diese sich auf die Basalarfläche einer einzigen Samenknospe beschränken, z. B. bei *Taxus*. Es können aber auch die Stellen eines Axengebildes, welche Samenknospen tragen, so hervortretend gebildet seyn, dass man sie als besondere Theile dieses Axenorgans recht wohl unterscheiden kann,

oder es kann ein besonderes Stück der Axe, welches noch nicht anderweitig als Organ bestimmt ist, ausschliesslich der Production von Samenknospen bestimmt seyn. So erhalten wir folgende Verschiedenheiten: a) Samenträger als blosser Oertlichkeit an einem andern Organ; b) Samenträger als unterscheidbarer Theil eines selbstständigen Organs; c) Samenträger als selbstständiges Organ. Diese haben wir nun mit dem verschiedenen Vorkommen und den verschiedenen Formen der Fruchtknoten zu vergleichen.

1) Wo ein Stempel gänzlich fehlt, wie bei Cycadeen, Coniferen und Loranthaceen, haben wir leider auch noch so wenig Material für die Entwicklungsgeschichte, dass wir nur nach Anleitung der bei gut untersuchten Pflanzen gefundenen Gesetze *) erklärende Vermuthungen wagen können. Danach stellt sich die Sache so:

a) Die nackte Samenknospe als unmittelbare Endung der Blütenaxe, also ohne unterscheidbaren Samenträger finden wir bei *Taxus*, *Ephedra*, *Podocarpus*, *Dacrydium* und den Loranthaceen.

b) In der Achsel eines Deckblattes (bei *Pinus*, *Larix*, *Abies*, *Gingko*), oder ohne Deckblatt (bei *Zamia*, *Araucaria*, *Agathis*), bildet sich ein Zweig, welcher als selbstständiger Samenträger die Samenknospe trägt. Dieser Samenträger ist flach und trägt viele Samenknospen an seinen Rändern bei *Cycas*; schuppenförmig und trägt ein (bei *Agathis* und *Araucaria*) oder zwei Samenknospen (bei *Zamia*, *Pinus*, *Larix*, *Abies*) auf seiner obern Fläche; oder stengelartig verästelt und trägt auf der Spitze jedes Zweiges eine Samenknospe (bei *Gingko*).

Ueber die andern Coniferen, besonders aus der Gruppe der Cupressineen, z. B. *Juniperus*, *Cupressus*, *Thuja* u. s. w., wage ich beim Mangel der Entwicklungsgeschichte oder genügender Analogien auch nicht einmal eine Vermuthung auszusprechen.

2) Bei dem oberständigen Fruchtknoten muss zu den Fruchtblättern stets noch ein Axenorgan als Träger der Samenknospe hinzutreten.

3) Beim halb und ganz unterständigen Fruchtknoten ist allemal die Blütenaxe selbst in der Form des unterständigen Fruchtknotens auch der Träger der Samenknospe.

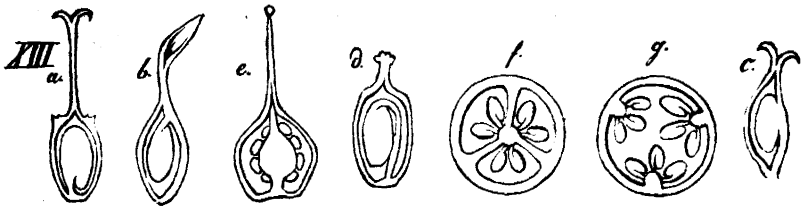
4) Endlich bei dem oberständigen Stengelfruchtknoten und Sten-

*) Etwa wie die vorspringenden Rippen am *Echinocactus*- und *Melocactus*-Stamm.

gelpistill ist es immer die Blütenaxe, welche die Samenknope trägt. Bei dem ersten bilden sich 3 hervorragende Reihen als Samenträger aus; beim zweiten sind es die sich ein wenig nach Innen biegenden Ränder der flach ausgebreiteten Aeste, an denen sich die Samenknochen bilden. Diese Ränder können auch hier nur einen schwachen Vorsprung bilden (*spermophorum parietale* bei Leguminosen), oder sich ganz hineinschlagen, indem sie mit ihren äussern, einander zugekehrten Flächen verwachsen, so dass je zwei Samenknochen tragende Ränder sich im innern Winkel jedes Faches befinden (*gemmulae angulo loculorum interno affixae*, z. B. Liliaceen).

5) Ausser diesen Fällen kommt noch ein ganz abnorm scheinendes Verhältniss vor, indem nämlich die ganze Fläche der Scheidewände mit Samenknochen besetzt ist, z. B. bei *Butomus*, *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Nymphaea* und *Nuphar*.

Dies sind alle mir bekannt gewordenen Fälle der Bildung des Samenträgers. Für die Beschreibung sind die unter 2 — 4 angeführten Fälle einfach so zu bestimmen:



A. Eine Samenknope in jedem Fruchtknoten.

- a. Am Grunde befestigt (*gemmula basilaris*), Compositen.
- b. Hängend (*gemmula pendula*), Typhaceen.
- c. An der Wand befestigt (*g. lateralis*), Gramineen.
- d. Von einem freien centralen Samenträger herabhängend (*g. e spermophoro centrali libero pendula*), Plumbagineen.

B. Mehrere Samenknochen in jedem Fruchtknoten.

- e. An einem freien centralen Samenträger befestigt (*g. spermophoro centrali libero affixae*), Primulaceen.
- f. In einem Winkel der Fruchtknotenächer befestigt (*g. angulo interno loculorum affixae*), Irideen.
- g. An wandständigen Samenträgern befestigt (*g. spermophoro parietali affixae*), Orchideen.

Folgendes ist noch im Allgemeinen über seine Form zu bemerken. Der freie Samenträger kann, wie die Axe selbst, in verschiedener Gestalt vorkommen, kegelförmig, kugelig, als gestielte Kugel, cylindrisch, prismatisch, geflügelt u. s. w. Der angewachsene Samenträger, sobald er als vorspringende Leiste zu unterscheiden ist, kann einfach an einer freien Kante Samenknospen tragen, oder sich in zwei Platten spalten, die oft sehr breit sind (z. B. bei *Begonia*, *Gesneriaceae*; *spermophorum bilamellatum*, *bifidum*); auch kann jede Lamelle sich noch einmal spalten, so dass der Samenträger vier Samenknospen tragende Ränder hat, z. B. bei *Martynia diandra*. Eigen ist die Bildung bei den Cucurbitaceen, bei denen die wandständigen Samenträger bis in die Axe reichen, hier zweiblättrig werden, diese Blätter, von je zwei Samenträgern an einander liegend, wieder bis an die Wand der Fruchtknotenhöhle zurückschlagen, so noch eine falsche Scheidewand in den schon durch falsche Scheidewände gebildeten Fächern bilden, dann sich jedes an seiner Seite wieder in das secundäre Fach hineinbiegen und am freien Rande die Samenknospen entwickeln. Er kann ferner anfänglich eine dünne Platte seyn, deren Rand aber zu einer mehr oder weniger dicken Leiste anschwillt, die selbst noch wieder kantig, geflügelt u. s. w. seyn kann. Es ist ferner gar nicht selten, dass die Substanz des Samenträgers zwischen den Samenknospen sich stärker ausdehnt, so dass sie mit ihrer Basis oder ganz in kleinen Grübchen des Parenchyms sitzen, wie besonders häufig bei den Primulaceen der Fall ist.

Endlich, seinen Bau betreffend, besteht er gewöhnlich aus zartwandigem Zellgewebe mit Epithelium überzogen, und nur wenn er nackt vorkommt (wie bei Coniferen), aus derben, porös verholzten Zellen mit deutlicher Epidermis; je nach seiner Form wird er von einem oder mehreren Gefässbündeln ähnlich einer einfach gebauten Axe durchzogen, welches gemeinlich so viele Seitenäste abgiebt, als Samenknospen vorhanden sind; es sey denn, dass diesen die Gefässbündel fehlen, wie bei Orchideen u. s. w. Zuweilen ist er im Innern sehr locker, von schwammförmigem Zellgewebe, mit grossen Intercellularräumen erfüllt (z. B. bei einigen Cruciferen, *Capsella* u. s. w.).

c) Von der Samenknospe.

§. 161.

Jede Samenknospe (*gemma*) erscheint bei ihrem ersten Auftreten als ein stumpfes, rundliches Wärrchen, als Ende einer Axe (Terminaltrieb) innerhalb der Blüthe; als solches ist sie eine aufrechte, gerade Samenknospe (*gemma erecta*, *atropa*). Sie besteht allein aus dem Kern (*nucleus*, *chorion* [Malpighi], *perisperma* [Treviranus], *l'amande* [Brongniart], *tercine* [Mirbel]), ohne eigenthümliche Knospenhülle (*nucleus nudus*). An dieser Samenknospe unterscheidet man noch die Basis, wenn sie nicht stetig in die Axe, deren Ende sie ist, übergeht, als Anheftungspunkt der Samenknospe (*hilus*, *umbilicus*), und die Spitze, als Kernwarze (*mamilla nuclei*, *mamelon d'impregnation* [Brongn.]). Selten verhartet die Samenknospe in diesem einfachen Zustande, wie bei den Lorantheen. Gewöhnlich verändert sich die Samenknospe theils durch die Bildung der Knospenhüllen, theils durch eigenthümliche Entwicklungsweisen, die man im Allgemeinen Krümmungen nennen kann.

In grösserer oder geringerer Entfernung unterhalb der Spitze der Samenknospe erhebt sich, im ganzen Umfange gleichzeitig, eine Kreisfalte, die allmählig den Kern überzieht und sich oben bis auf eine kleine Oeffnung schliesst. Bleibt es bei dieser Entwicklung (z. B. bei *Taxus*, den Piperaceen), so nennt man diesen Ueberzug einfache Knospenhülle (*integumentum simplex*), die obere Oeffnung heisst der Knospenmund (*micropyle*), die Region, wo Knospenhülle und Kern zusammenfliessen, heisst der Knospengrund (*chalaza*). Der Anheftungspunkt wird hier ebenso bestimmt, wie bei der vorigen Form. Oft bildet sich unmittelbar unterhalb der ersten Kreisfalte noch eine zweite, welche, wie die erste den Kern, so die zweite überzieht; man nennt jene dann die erste oder innere Knospenhülle (*integumentum primum*, *internum*; *membrana interna* [Rob. Brown]; *tegmen* [Brongniart]; *secondine* [Mirbel]), diese die zweite oder äussere Knospenhülle (*integumentum secundum*, *externum*; *testa* [Rob. Brown, Brongniart]; *primine* [Mirbel]). Man unterscheidet dann den äusseren Knospenmund (*exostomium*) und den inneren (*endostomium*). Bleibt unterhalb der ganzen Samenknospe dann noch ein freies, unterscheidbares Stück der Axe, so nennt man dieses den Knospenträger (*funiculus*). In dieser Ausbildung findet

man die Samenknospen z. B. bei den Hydrocharideen, mit Ausnahme von *Stratiotes*, bei vielen Aroideen, bei den Polygoneen u. s. w.

Diese Samenknospenformen werden nun auf mannigfache Weise durch die schon erwähnten Krümmungen modificirt.

1) Der Knospenträger bildet sich sehr lang aus, die Kernwarze biegt sich nach Unten, und es verwächst die dadurch dem Knospenträger zugewendete Seite der Samenknospe gleich bei der Bildung allmählig mit demselben, und zwar entweder der nackte Kern, oder die einfache oder die äussere Knospenhülle. An der ausgebildeten Samenknospe liegt dann die Kernwarze dicht am Anheftungspunkt, der Knospengrund liegt dem Anheftungspunkt gegenüber, die Linie von der Mitte des Knospengrundes durch die Mitte des Kerns bis zur Kernwarze ist eine gerade. Man nennt eine solche Samenknospe eine umgekehrte (*gemmula anatropa*), der angewachsene Theil des Knospenträgers heisst dann Samennaht (*raphe*). Diese Form scheint die allerhäufigste zu seyn; man findet sie beim nackten Knospenkern von *Hippuris* und den Rubiaceen, bei der einfachen Knospenhülle der Compositen, bei der doppelten Knospenhülle der Liliaceen u. s. w.

Hat die Verwachsung des Knospenträgers mit den Knospenhüllen nur den untern Theil der Samenknospe getroffen, so dass ein grösserer Theil der Spitze (die obere Hälfte) frei geblieben ist, so heisst die Samenknospe halb umgekehrt (*gemmula hemianatropa*), z. B. bei *Mecynostigma* und mehreren Aroideen. Ist der Knospenträger dann sehr kurz, fast gar nicht vorhanden (*g. sessilis*), so erscheint die Samenknospe als in der Mitte befestigt (*medio affixa, peltata*).

2) Die beiden Seiten der Samenknospe entwickeln sich ungleich, die eine bleibt fast ganz zurück, die andere wird übermässig ausgebildet und beschreibt an der fertigen Samenknospe fast den ganzen Umfang derselben. Anheftungspunkt und Knospengrund fallen hier zusammen, die Kernwarze liegt aber neben dem Ersteren, und die Linie, von der Mitte des Knospengrundes durch die Mitte des Kerns bis zur Kernwarze gezogen, ist eine gebogene Linie. Eine solche Samenknospe nennt man eine gekrümmte Samenknospe (*gemmula campylotropa*). Für den nackten Knospenkern ist mir hier kein Beispiel bekannt, für die einfache Knospenhülle dienen *Datura*, mehrere Solaneen und Polemoniaceen, für die doppelte die meisten Gräser, die Sileneen und Cruciferen als Beispiel.

3) Das Zusammentreffen der unter 1) und 2) geschilderten Vorgänge

bildet eine Form, bei der eine kurze Samennaht vorhanden ist, daher Knospengrund und Anheftungspunkt nicht zusammenfallen, bei der aber gleichzeitig die eine Seite der Samenknospe unentwickelt geblieben ist, weshalb die Linie vom Knospengrund durch die Mitte des Kerns zur Kernwarze ebenfalls eine gebogene ist. Diese Form heisst halbgekrümmte Samenknospe (*gemma hemitropa*). Mit einfacher Knospenhülle ist sie den Labiaten und Borragineen eigen, mit zweien den Leguminosen.

4) Bei sehr lang gestreckten Samenknospen bildet sich bei der Entwicklung derselben eine Krümmung in der Mitte der Samenknospe, so dass sie hufeisenförmig gebogen erscheint. Hier fällt Anheftungspunkt und Knospengrund zusammen, Kernwarze und Anheftungspunkt liegen neben einander, die Mittellinie des Kerns ist eine gebogene, aber beide Seiten der Samenknospe sind parallel, gleichförmig entwickelt. Ist die Samenknospe in der Biegung verwachsen, so heisst sie eine gebogene Samenknospe (*gemma camptotropa*), z. B. bei *Potamogeton*, *Galphimia*; ist sie nicht verwachsen, so nennt man sie eine hufeisenförmige Samenknospe (*g. lycotropa*), nach Griesebach bei mehreren Malpighiaceen.

5) In seltenen Fällen bildet sich, nachdem die Ausbildung der Samenknospe schon vollendet ist, schon jetzt noch eine Knospenhülle, die mehr oder weniger vollständig die Samenknospe umgiebt, natürlich an den Veränderungen derselben durch Krümmung, die zur Zeit der Entstehung dieser Knospenhaut schon vollendet sind, keinen Theil nimmt und Samenmantel (*arillus*) genannt wird (bei *Hellenia coerulea*).

§. 162.

Die Structurverhältnisse der Samenknospe sind sehr einfach; sie besteht aus Parenchym und einem deutlichen Epithelium; dies letztere bildet häufig allein gleichsam als Falte die innere Knospenhülle (z. B. bei allen [?] Monokotyledonen). Die einfache Knospenhülle und die äussere stets, zuweilen auch die innere (z. B. bei *Thymeleae*, *Laurineae*, *Euphorbiaceae*, *Cistineae*), bestehen aus Parenchym, an beiden Flächen mit einem Epithelium überzogen. Niemals sind im Knospenkern oder der Knospenhülle Gefässbündel oder Gefässe anzutreffen, gewöhnlich aber verläuft ein Gefässbündel durch den Knospenträger und durch die Samennaht, wo sie vorhanden, endet aber durchaus immer

im Knospengrund, häufig in einer kolbigen Gruppe oder in einer platten oder becherförmigen Ausbreitung von Spiralfaserzellen. Der Knospen-träger ist ebenfalls mit Epithelium überzogen, als unmittelbare Fortsetzung des Epitheliums der Samenknospe.

Das wichtigste Verhältniss ist aber hier die Veränderung, die in der Structur des Knospenkerns vor sich geht. Anfangs besteht derselbe aus einem homogenen zarten, gleichförmigen Parenchym, aber bald, zuweilen schon bei der ersten Entstehung der Knospenhülle, dehnt sich eine einzelne Zelle übermässig aus, verdrängt nach und nach einen grössern oder geringern Theil des Parenchyms, welches verflüssigt und aufgesogen wird, und bildet eine von einer einfachen, structurlosen Zellenmembran ausgekleidete Höhle im Innern des Knospenkerns. Diese Zelle ist der Keimsack (Embryosack, *sacculus colligamenti vel satius amnii* von *Malpighi*, die *quintine* von *Mirbel*, der *sac embryonnaire* von *Brongniart*). Seine Form ist sehr verschieden, meist oval, oft eine dünne, fadenförmige Zelle, in der Axe des Knospenkerns, dessen der Spitze zugewendeter Theil bedeutend anschwillt (z. B. *Amygdalus*). Sein Inhalt ist Gummi, Zucker und Schleim; sehr selten füllt er sich vor der Befruchtung allmählig mit Zellgewebe z. B. bei den Asclepiadeen. Aeusserst selten (so viel bis jetzt bekannt, nur bei *Viscum*) bilden sich gleichzeitig mehrere, 2—3 Keimsäcke.

III. Von der Umbildung und Entwicklung der Blüthentheile zur Frucht.

§. 163.

Aus der Blüthe entwickelt sich durch mannigfache Veränderungen der einzelnen Theile die Frucht. Das Eintreten aller dieser Vorgänge ist aber hauptsächlich (im natürlichen Zustande der Pflanze, im wilden, immer [?] an dasjenige Verhältniss geknüpft, welches man bisher Befruchtung der Pflanze zu nennen gewohnt war. Hier haben wir es nicht mit Erklärung und Deutung der dabei stattfindenden Erscheinungen zu thun, sondern nur mit der morphologischen Entwicklung, die folgende vier Abschnitte umfasst: *A.* Von der Ortsveränderung und Entwicklung des Blütenstaubs bis zum Keimkügelchen. *B.* Entwicklung des Keimkügelchens zum Keim. *C.* Ausbildung des Fruchtknotens und der Samenknospe zu Frucht und Samen. *D.* Erscheinungen an den übrigen Blüthentheilen während dieser Vorgänge.

A. Von der Ortsveränderung und Entwicklung des Blüthenstaubs bis zum Keimkügelchen.

§. 164.

Sobald der Pollen völlig ausgebildet ist und die Antherenfächer aufgerissen sind, werden die Körner auf irgend eine Weise früher oder später, bei den Loranthaceen auf die Kernwarze, bei den Coniferen und Cycadeen auf den Knospenmund und bei den übrigen Pflanzen auf die Narbe, oder endlich bei Asclepiadeen und Apocynen auf die die Narbe vertretenden Stellen des Narbenkörpers gebracht. Hier bleiben die Körner längere oder kürzere Zeit liegen, schwellen dann etwas an und die Pollenzelle wächst allmähig an einer Stelle ihres Umfangs zu einer fadenförmigen Zelle aus, zum Pollenschlauch (*tubus pollinis*, *tube pollinique*, *boyreau*, *pollentubes*, *budelli pollinici*). Dieser dringt bei den erstgenannten drei Familien unmittelbar in die Kernwarze ein, bei den übrigen folgt er dem leitenden Zellgewebe, bald auf seiner Oberfläche fortwachsend, bald sich durch die aufgelockerten Zellen desselben durchdrängend, bis in die Fruchtknotenhöhle und dringt hier durch den Knospenmund oder unmittelbar in die Kernwarze der Samenknospe ein.

§. 165.

Der Pollenschlauch, der auf die angegebene Weise in die Samenknospe gekommen ist, trifft entweder sogleich auf den Keimsack, oder dringt durch die Intercellulargänge des um diese Zeit durch eine Absonderung etwas aufgelockerten Zellgewebes der Kernwarze, bis er den Keimsack erreicht.

Demnächst erscheint das Ende des Pollenschlauchs innerhalb des Keimsacks als ein längerer oder kürzerer, cylindrischer oder eiförmiger Schlauch, der nach der Höhle zu rund geschlossen ist, nach der Spitze des Keimsacks offen in den Pollenschlauch ausläuft; das Ende schwillt bald an, entweder so, dass das hieraus hervorgehende Bläschen (Keimbläschen) der ganze im Innern des Keimsacks enthaltene Theil des Schlauchs ist, oder so, dass zwischen diesem Bläschen und der Spitze des Keimsacks noch ein längeres oder kürzeres, cylindrisches Stück, der Keim-, oder Embryoträger (*filamentum suspensorium*, *filament suspenseur*, *Mirbel*) zurückbleibt. Sodann bildet sich im Innern des Pollenschlauches Zellgewebe, indem Cytoblasten entstehen und auf diesen sich Zellen entwickeln. Dadurch,

dass in diesen Zellen neue Zellen entstehen und so fort, wird das Keimbläschen zuletzt, unter allmählicher Volumenvergrößerung und unter Resorption der Mutterzellen, zu einem kleinen kugeligen oder eiförmigen, zelligen Körperchen. Zugleich schnürt sich der Pollenschlauch aussen am Keimsack gewöhnlich ab und wird resorbiert, und häufig wird auch, besonders wo kein Embryoträger vorhanden ist, das Keimbläschen selbst abgeschnürt und liegt dann völlig frei in der Spitze des Keimsacks.

B. Von der Entwicklung des Embryokügelchens zum Embryo.

§. 166.

Die Hauptzüge dieses Abschnittes habe ich schon früher (§. 121) mittheilen müssen, hier aber wird der Ort seyn, etwas specieller auf diese Sache einzugehen; dabei aber erscheint es als nothwendig, die Monokotyledonen von den Dikotyledonen und von beiden die Gymnospermen zu trennen. Als allgemeines, für alle Phanerogamen geltendes Gesetz lässt sich hier nur das aussprechen, dass der der Spitze des eingedrungenen Pollenschlauchs entsprechende Theil des Embryokügelchens jedesmal zur Knospe, der entgegengesetzte, also natürlich der der Spitze des Keimsacks, der Kernwarze und dem Knospenmunde zugekehrte Theil zum Würzelchen wird. Diese Gesetzmäßigkeit in der Lage des Würzelchens in der Samenknospe ist zuerst von *Rob. Brown* ausgesprochen.

§. 167.

1) *Gymnospermen*. Der Zellenbildungsprocess, aus welchem das Embryokügelchen hervorging, setzt sich auch fernerhin fort, aber in den verschiedenen Theilen des Embryo in sehr verschiedener Form. Die Spitze desselben hat durch anfänglich gebildete zwölf Zellen eine abgeschlossene Form, eine bestimmte Grenze nach Aussen erhalten und behält diese fortwährend bei; anfänglich ist dieses Ende stumpf abgerundet, später entstehen so, dass die äusserste Spitze frei bleibt, 2 — 12 Blattoorgane, stets alle gleichzeitig und in einen Kreis gestellt, zuerst als kleine, am Rande der obern convexen Fläche stehende Würzelchen, allmählich aber die stets frei bleibende Spitze, die Terminalknospe überragend und sie nach und nach völlig verdeckend, indem sie sich

über derselben eng an einander legen. Dies sind die *Kotyledonen* oder Keimblätter. Ganz anders verhält es sich mit dem andern Ende. Hier setzt sich der Zellenbildungsprocess, wie es scheint, auch noch fernerhin in den Embryoträger hinein fort. Die äussersten hier sich bildenden Zellen strecken sich stets sogleich etwas in die Länge, oft mehr, oft weniger, biegen sich auch wohl später etwas aus einander, so dass dieses Ende des Embryo, das Würzelchen, niemals eine abgeschlossene Umgrenzung erhält, sondern sich in ganz lockere Zellen aufzulösen scheint. Dies Verhältniss dauert bis zur völligen Ausbildung des Embryo, welcher immer noch durch diese immer lockerer erscheinenden Zellen fast stetig in die vier langen Zellen des bis zum reifen Samen unverändert bleibenden Embryoträgers übergeht. Der sehr lange Embryoträger wird übrigens allmählig durch das Auswachsen des Embryo ganz zu einem Knäuel zusammengedrückt, lässt sich aber mit einiger Vorsicht auch im reifen Samen noch aus einander legen.

§. 168.

2) *Monokotyledonen*. Bei allen von mir bis jetzt untersuchten Pflanzen dieser Gruppe ist das, wie angegeben, entstandene Embryokügelchen in seinem ganzen Umfange völlig abgegrenzt; wo ein auffallender Embryoträger vorhanden ist, ragt die Spitze des in scharfen Contouren gezeichneten Würzelchens in die Höhlung des sich rings um dasselbe anlegenden Schlauches, des Restes vom Pollenschlauch, hinein. Seine Form ist verschieden, bald kugelig, bald eiförmig, mit dem spitzeren Ende als Würzelchen dem Knospenmunde zugekehrt. Durch den beständig fortgehenden Zellenbildungsprocess wächst er und zeigt sich aus immer mehr und immer kleineren Zellen zusammengesetzt. Nur bei den Orchideen verharrt er im frühesten Zustande bis zum reifen Samen und bis zum Keimen, bei allen andern, bis jetzt untersuchten Pflanzen bildet er ein Keimblatt auf folgende Weise. Es erhebt sich nämlich seitlich von der Spitze des Embryokügelchens (also etwas unterhalb derselben) ein kleines Wärrchen; von der Basis dieses Wärrchens aus nehmen nach und nach immer mehr Theile des Umfangs an der Erhebung Theil, bis sich ein die Spitze (Terminalknospe) mit der Basis umfassendes Blättchen gebildet hat. Die Terminalknospe (Blattfedernchen, *plumula*) ragt dann aus der Scheide dieses Blattes, deren (von der Axe des Blattes nach den Kanten immer niedrigere) Ränder an der einen

Seite sich nur eben berühren, warzenförmig hervor. Bis so weit ist die Entwicklung aller Embryonen, die mir zur Untersuchung zur Hand kamen, ganz gleich und höchstens in sofern verschieden, als der unterhalb des Keimblatts befindliche Theil des Embryo zuweilen um diese Zeit schon ein sehr bedeutendes Volumen erreicht, zuweilen nur noch als ein kurzer, an der Spitze abgerundeter Kegel den Embryo nach Unten endigt. Alle ferneren, für die äussere Erscheinung so grossen Verschiedenheiten der monokotyledonen Embryonen beruhen auf der ungleichen Entwicklung dieser ursprünglich bei allen ganz gleich angelegten Theile, des Würzelchens (Najaden und einige andere Familien, die *L. C. Richard embryos macropodes* nannte) oder des Kotyledon (bei *Scheuchzeria*, den meisten Aroideen) u. s. w.

§. 169.

3) *Dikotyledonen*. Das Embryokügelchen hat bei den Dikotyledonen eine bald mehr kugelförmige, bald mehr eiförmige Gestalt. Ob es in dieser Gestalt bis zum reifen Samen verharret, kann ich nicht entscheiden, weil es mir bei den Pflanzen, denen man gewöhnlich einen ungetheilten Embryo zuschreibt (*Bertholetia*, *Lecythis*), an der Entwicklungsgeschichte fehlt. Wo ich bis jetzt dieselbe verfolgen konnte, fand ich überall die nachher zu beschreibende Bildung der Kotyledonen; davon macht nur das Genus *Cuscuta* eine Ausnahme; hier wächst das Embryokügelchen zu einem längeren Stengelchen, ohne Spur von Blattorganen, aus, die sich nur an (der einzigen?) *Cuscuta monogyna* zeigen. In allen übrigen Fällen, deren Beobachtung mir bis jetzt zu Gebote stand, bilden sich am Embryokügelchen, bald einen grössern Theil der Spitze in Warzenform, bald nur eine kleine Stelle derselben wenige Zellen gross freilassend, aber niemals die äusserste Spitze selbst mit in ihren Bildungsprocess hineinziehend, zwei Blätter, anfänglich als kleine seitliche Warzen, die nach und nach, mit ihrer Basis an beiden Seiten sich ausdehnend, die als Embryospitze frei gebliebene Knospe umfassen; auch diese entwickelt sich bedeutender und bildet zuweilen mehrere, zuweilen weniger, zuweilen aber im Embryozustande noch gar keine weitem Blätter aus. Auch hier beruhen die Verschiedenheiten des entwickelten Embryo nur auf der verschiedenen ferneren Ausbildung der einzelnen so angelegten Theile.

C. Ausbildung des Fruchtknotens und der Samenknospe zu Frucht und Samen.

§. 170.

Im Keimsack bildet sich, wo es nicht schon vorhanden ist, während der Entwicklung des Embryo stets Zellgewebe und zwar immer von den Wänden desselben, sowie vom Umfange des werdenden Embryo nach der Höhlung hineinwachsend, Endosperm (*endospermium*) genannt. Wie weit diese neue Zellenbildung fortschreitet, wie früh und wie weit sie vom auswachsenden Embryo wieder verdrängt wird, ist im Ganzen ausserordentlich verschieden, gewöhnlich aber für ganze Familien sehr constant. So bleibt ein bedeutender Theil dieses Endosperms noch im reifen Samen erkennbar, bei den Liliaceen, Palmen, Gramineen, Cyperaceen unter den Monokotyledonen, bei den Ranunculaceen, Papaveraceen, Umbelliferen u. s. w. unter den Dikotyledonen. Selbst bei sehr engem Keimsacke ist oft noch ein solches Endosperm neben dem Embryo zu erkennen, z. B. bei den Nymphaeaceen und Hydropeltideen. Aeusserst selten und, so viel mir bis jetzt bekannt, nur bei den Cocoi-neen unter den Palmen bildet der von der Wand des Keimsacks ausgehende Zellenbildungsprocess nur eine dickere oder dünnere Auskleidung der Höhle, ohne dass diese von dem verhältnissmässig sehr kleinen Embryo eingenommen würde, welche Höhle denn auch im reifen Samen noch die Bildungsflüssigkeit (Cytoblastem) mit Zellkernen und einigen losen Zellen (die sogenannte Milch der Cocosnüsse) enthält.

Sehr verschieden ist die Ausbildung des neuen Zellgewebes; bald bilden sich die Wandungen vollständig zu Membranenstoff um, bald verharren sie in einem Zustande, der der Gallerte wenigstens ganz nahe steht (z. B. bei den *Cassia*-Arten), oder verschiedene Mittelstufen zwischen dieser, dem Amyloid und dem Membranenstoffe bildet und welchen man am trocknen reifen Samen gewöhnlich mit hornartig bezeichnet. Die Zellenwände selbst bleiben bald ganz dünn, bald werden sie mannigfach porös verdickt; ihr Inhalt ist der gewöhnliche Inhalt der Zellen, assimilirte Pflanzenstoffe, oft mit Vorherrschen eines Bestandtheils, z. B. des Oels, des Stärkemehls u. s. w. Sehr selten finden sich im Endosperm Krystalle von oxalsaurem Kalk (wie bei *Pothos rubricaulis*).

Wie oben schon bemerkt, ist es sehr verschieden, ob der Keim-

Schleiden's Grundriss.

sack bei seiner Bildung einen grösseren oder geringeren Theil des Kerns verdrängt. Wo ein Theil zurückbleibt, kann man zwei Verhältnisse unterscheiden nach der Form der Samenknospe. Bei gerader Axe des Kerns wächst der Keimsack mehr oder weniger durch die Axe desselben und ist dann rings, von dem stehenbleibenden Theile des Kerns umgeben (wie bei den Nymphaeaceen, Hydropeltideen, Piperaceen), bei gekrümmter Axe des Kerns dagegen verdrängt der Keimsack nur den dem Umfange der Samenknospe entsprechenden Theil des Kerns, und der bleibende Theil des Kerns wird von dem Keimsack ringförmig umfasst (z. B. bei den Portulaceen, Caryophyllen u. s. w.). Diesen stehenbleibenden Theil des Kerns nennt man Perisperm (*perispermium*). Er besteht, so weit mir bekannt, nur aus dünnwandigen, völlig entwickelten Zellen, deren Inhalt stärkehaltig oder wässerig ist, oder aus gewöhnlichen assimilirten Stoffen besteht.

Nur bei *Canna* findet sich die Eigenheit, dass der Kern vom Keimsack frühzeitig verdrängt wird, aber die Substanz des Knospengrundes als Perisperm stehen bleibt.

Alle die hier genannten Zellgewebsmassen nennt die beschreibende Botanik, ohne Rücksicht auf ihren sehr verschiedenen Ursprung, Sameneiweiss (*albumen*).

§. 171.

Die Hüllen der Samenknospe, wozu ich hier auch die Kernhaut rechne, bilden sich ebenfalls sehr verschieden aus. Aeusserst selten werden sie vom auswachsenden Endosperm, wenigstens auf der äussern Seite, vollständig resorbirt, so dass das Endosperm in convex-concaver Gestalt in seiner concaven Seite die Reste derselben aufnimmt, an der convexen aber ganz nackt ist. Dieser merkwürdige Vorgang findet bei der Abtheilung der *Veronica*-Arten statt, die man muschelsamige (*cochlidiospermae*) nennt. Häufiger bleiben die Integumente wenigstens als dünne, leicht in Fetzen abfallende Haut noch auf dem Endosperm haften, so bei vielen Rubiaceen, namentlich beim Kaffee. Gewöhnlich aber bilden sie eine geschlossene Hülle für Perisperm, Endosperm oder Embryo, je nachdem diese Theile vorhanden sind und heissen dann Samenschale (*epispermium*). Ihr Zellgewebe bildet sich dann nach und nach in mehrere oder weniger (1—5) Lagen verschiedenartig entwickelter Zellen aus. Häufig erscheinen die gesammten Integumente als ganz

dünne Membran, bei den einsamigen, nicht aufspringenden Früchten (z. B. bei Gräsern). Gewöhnlich lassen sich mehrere Lagen unterscheiden. Ueber die Zurückführung dieser Zellenlagen auf die Integumente oder deren Theile, aus denen sie entstanden sind, lässt sich durchaus noch gar nichts Allgemeines angeben, sondern nur durch die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Familien und selbst Geschlechter entscheiden.

Bei der Ausbildung der Samenknospe bilden sich nun auch häufig neue Gefässbündel im Parenchym des einzigen oder des äusseren Integuments mit der Gefässendigung des Knospenträgers in Verbindung, gewöhnlich strahlig in zierlichen Formen vor ihr auslaufend (z. B. bei der Haselauss, Citrone u. s. w.). Oft bildet sich nur das Gefässbündel der Samennaht in der Weise fort, dass es einfach den ganzen Umfang der umgekehrten Samenknospe bis zum Knospenmund durchläuft (z. B. bei vielen Compositen).

Häufig bilden sich einzelne Theile der Integumente noch besonders aus. Hierher gehören zunächst die schon besprochenen Anhänge der Samennaht, die sich häufig noch weiter entwickeln, oder ein nun erst neu entstehender, meist nur aus einer Falte der Oberhaut gebildeter Auswuchs, der sich in zwei, selten in drei, gewöhnlich verticalen Linien um den ganzen Samen herum zu einem häutigen Rande, Flügel (*ala*), entwickelt, oder endlich erhabene Leisten, die sich auf verschiedene Weise auf der Oberfläche des Samens erheben und oft, netzförmig verbunden, zwischen sich Grübchen bilden (z. B. bei Scrophularinen), ferner der äussere Knospenmund, der (bei Euphorbiaceen) in Form einer Warze einen eigenthümlichen Anhang bildet, oder zu einem Haarschopf (*coma*) auswächst (bei Asclepiadeen und andern), oder eine becherförmige Vertiefung mit zerschlittem Rande bildet (bei *Philadelphus*) u. s. w. Auch in der Gegend des Knospengrundes zeigen sich oft eigenthümliche Veränderungen der Zellen, als Warzen, Höcker und dergleichen, oder doch als eine verschiedene, oft genau umgrenzte Färbung (z. B. bei *Abrus precatorius*, *Erythrina corallodendron* u. s. w.).

Zuletzt ist hier noch zu erwähnen, dass bei einigen Pflanzen der Innenmund (z. B. *Lemna*), bei andern Aussen- und Innenmund zusammen (z. B. *Pistia*), bei noch andern ein Theil der gesammten Samenintegumente, die vorher eine eigenthümliche Kreisfalte gebildet haben (z. B. *Maranta*, die Commelineen), endlich bei *Canna* die gesammten,

nur einen kleinen Theil des Umfanges der ganzen Samenknospe einnehmenden Integumente selbst sich unabhängig von allem Uebrigen verhärten durch Verdickung ihrer Zellen, leicht von dem Uebrigen trennbar als ein kleines Deckelchen dem Wurzelende des Embryo aufliegen und so Wurzeldeckel (*operculum*, *embryotega*, Gärtner) genannt werden.

§. 172.

Sehr wichtige Veränderungen gehen während der Ausbildung des Embryo auch mit dem Knospenträger vor. Oben ist bemerkt worden, dass schon vor der Anlage des Embryo, nach vollständiger Ausbildung der Samenknospe, aus dem Knospenträger abermals eine Bildung, die den Hüllen der Samenknospe sehr ähnlich ist, hervortritt. Bei weitem häufiger ist nun aber eine solche Production nach Anlage des Embryo. Sehr verschieden ist diese Bildung, je nachdem sie weiter fortschreitet, oder früher in ihrer Entwicklung stillsteht (bei den meisten Leguminosen); je nachdem das Gebilde als eine continuirliche Hülle den ganzen Samen überzieht (bei *Nymphaea*, *Passiflora*, *Taxus*,) oder nur in einzelnen, unter einander hin und wieder zusammenhängenden Lappen und Bändern auftritt (bei *Myristica*[?]), oder endlich nur in langen Haaren besteht, die den Samen umhüllen (bei *Salix*); sehr verschieden, je nachdem dieses Organ blos hautartig, oder trocken faserig ist (*Nymphaea*, *Salix*), oder fleischig, saftig (*Taxus*), oder zuletzt, ganz in einzelne saftige Zellen aufgelöst, den Samen umgiebt (z. B. *Arum*, *Mamillaria*). An dieser letztern Umbildung nehmen dann gewöhnlich auch das leitende Zellgewebe und ein Theil der innern Oberfläche der Fruchtknotenhöhle Theil. Man hat die erstern Bildungen, die alle denselben Ursprung haben, nämlich weitere Entwicklungen des Knospenträgers sind, zum Theil mit dem Namen Samenmantel (*arillus*), die letzteren, wo die saftigen Zellen vereinzelt ihren Ursprung nicht mehr verrathen, als Fruchtbrei (*pulpa*) bezeichnet. Einzelne Formen, z. B. bei *Salix*, werden auch als Haarschopf (*coma*) beschrieben.

§. 173.

Schliesslich sind hier noch die im Fruchtknoten vorgehenden Veränderungen zu betrachten. Den zur Frucht erwachsenen Fruchtknoten nennt man Fruchtschale (*pericarpium*). Ausser der gewöhnlich be-

trächtlichen Vergrößerung der Masse, die bald auf Ausdehnung der vorhandenen Zellen, bald auf Bildung neuer beruht, haben wir folgende Punkte in's Auge zu fassen. Zuerst sind die Veränderungen zu erwähnen, die in der äussern Form eintreten, indem die Stempel bei Vergrößerung ihrer Masse auch oft die Verhältnisse ihrer Theile ändern. Namentlich wird gewöhnlich der Staubweg als ein ferner unnützer Theil abgeworfen oder vertrocknet, seltener wächst er weiter aus und nimmt zuweilen eine unverhältnissmässige Grösse an, z. B. bei vielen Geraniaceen. Der Fruchtknoten bildet nicht selten jetzt erst hervortretende Rippen, Warzen, Höcker oder dünne, hautartige Fortsätze (Flügel) aus.

Demnächst werden die Verhältnisse im Innern des Fruchtknotens wichtig. Sowie die Ausbildung des ganzen Stempels und der Samenknospe zu Frucht und Samen, so hängt auch, wie es scheint, die Entwicklung der einzelnen Theile des Ersteren fast ganz von der gesunden Ausbildung des Embryo ab. Daher bleiben Fächer, in denen sich keine Samenknospe zum Samen entwickelt, ebenfalls in der Entwicklung zurück und werden an der reifen Frucht oft völlig unkenntlich. Oft scheint dies sogar specifisch gesetzlich zu seyn. So wächst bei vielen Palmen, z. B. *Chamaedorea*, von drei Fächern stets nur eins aus, während die andern allmählig verkümmern **). Aehnlich ist es bei allen Cupuliferen, und der Fruchtknoten der *Castanea* mit sechs Fächern und zwölf Samenknospen hat gewöhnlich nur eine einfächerige, einsamige Frucht. Aus der reifen Frucht lässt sich daher niemals die ursprüngliche Zahl der Fächer und Samenknospen bestimmen. Dagegen bilden sich auch nicht selten grosse Luftlücken in der Wand des Fruchtknotens, die täuschend das Ansehen von natürlich samenleeren Fächern annehmen, z. B. bei *Nigella*.

Wichtig wird hier ferner die Entwicklung des Zellgewebes von der innern Wand der Fruchtknotenhöhle, aus welcher sich häufig bei sehr langen Fruchtknoten, aber stets erst nach der Entstehung des Embryo, falsche Scheidewände und zwar transversale bilden, in einer Richtung also, in welcher ächte niemals vorkommen können. Im Allgemeinen hat mau Früchte mit diesen falschen Scheidewänden Gliederhülsen (*lomenta*) genannt, z. B. bei *Raphanus*, *Ornithopus*. Oft aber bildet dieses Zellgewebe keine wirklichen falschen Scheidewände, sondern legt sich nur die Höhle ausfüllend dicht zwischen und um die Samen herum, z. B. bei *Glaucium*, *Ceratonia* u. s. w.

Insbesondere sind aber hier die Structurverhältnisse des Fruchtknotens in's Auge zu fassen.

Durch die ganze Reihe der Phanerogamen finden wir die allerverschiedenartigste Umwandlung der Structurverhältnisse des Fruchtknotens, wodurch eine grosse Menge verschiedener Erscheinungsweisen der reifen Frucht bedingt sind. So weit meine Beobachtungen reichen, lassen sich in der Entwicklung zwei verschiedene Typen unterscheiden, je nachdem die Zellgewebsschichten der Fruchtschale von Aussen nach Innen oder von Innen nach Aussen immer derber und fester ausgebildet werden. An den ersteren kann man ganz allgemein, ihre morphologische Bedeutung mag seyn, welche sie wolle, vier verschiedene Zellenschichten unterscheiden, wenn sie auch bald mehr bald minder deutlich hervortreten, nämlich die Epidermis der äusseren Fläche, das Epithelium der inneren Fläche und zwischen beiden eine äussere Parenchymschicht, deren Zellen meist zartwandig, fleischig und von einfach polyedrischen Formen sind, endlich eine innere Parenchymschicht, deren Zellen mehr oder weniger verdickt, lederartig oder holzig, stets in die Länge gestreckt sind. Der zweite oben erwähnte Typus zeigt sich dann bei den Früchten, bei denen das Parenchym sich mehr oder weniger fleischig und saftig entwickelt und häufig nach Innen, wo es die Fruchthöhle begrenzt, in isolirte Zellen auflöst, während entweder nur die Oberhaut der Aussenfläche sehr derb wird, oder sich auch unter ihr einige Lagen Zellen derber (Cucurbitaceen) und selbst holzartig ausbilden (z. B. *Lagenaria*, *Crescentia*). Bei der die Beeren oft ausfüllenden Masse isolirter saftiger Zellen ist nicht mehr zu entscheiden, wie viel davon der innern Fruchtwand, wie viel dem leitenden Zellgewebe und dem Knospenträger angehört. Man kann das Ganze immerhin Fruchtbrei (*pulpa*) nennen.

§. 174.

Aehnliche Verhältnisse wie beim 'Aufspringen der Antheren, beim Abfallen der Blätter und andern derartigen Erscheinungen kommen auch bei den Früchten vor, und beruhen auf denselben Ursachen, nämlich auf der Bildung von Schichten äusserst dünnwandigen, leicht zerstörbaren Zellgewebes, welches bei der geringsten Spannung, die in Folge der blossen Schwere des Pflanzentheils, oder einer ungleichen Zusammenziehung ungleicher Schichten von Zellgewebe eintritt, zerreisst und ent-

weder als eigene Lage zwischen zwei anders gebildeten Zellgewebmassen vorhanden ist, oder eben nur die äusserste Lage einer an sich dünnwandigen Zellgewebsmasse ausmacht, welche an sehr dickwandiges Zellgewebe angrenzt. Ob sich solche Trennungen bilden und an welchen Stellen, ist durchaus für einzelne Arten, Geschlechter und Familien specifisch und hängt von keinem bis jetzt bekannten Verhältniss in der Natur der Pflanzen ab. Deshalb entstehen Trennungen in der Continuität bald da, wo zwei ursprünglich getrennte Theile (Fruchtblätter) verwachsen waren, in der Naht (*sutura*), oder da, wo ursprünglich ein ungetrenntes Ganzes vorhanden war, z. B. in der der Mittelrippe entsprechenden Linie eines Fruchtblattes; bald der Länge nach, wie in genannten Beispielen, bald der Quere nach, wie bei dem Abfallen ganzer Früchte, bei dem Zerfallen länglicher Früchte in einzelne Glieder u. s. w.; bald nur an ganz kleinen Theilen des Fruchtknotens, so dass er durch bestimmt begrenzte Löcher sich öffnet. Bei dem wegen Verschiedenheit der Schichten stets ungleichen Austrocknen der Fruchtschale zerreißen dann viele Früchte auf die mannigfachste Weise *a*) in einzelne für sich geschlossene Theile, der Länge oder Quere nach sich trennend, Theilfrüchte (*mericarpia*); oder *b*) in einzelne flache Stücke, Klappen (*valvulae*). Bei der Längstheilung oder Klappenbildung bleibt ausser diesen Theilen bei manchen Familien noch eine gewöhnlich stielartige Zellgewebsmasse stehen in der Mitte der einzelnen sich ablösenden Theilfrüchte, z. B. bei Umbelliferen, Euphorbiaceen, Geraniaceen, oder der sich trennenden Klappen, z. B. bei *Rhododendron*: das Fruchtsäulchen (*columella*). Auch hier tritt nur eine Zerreißung ursprünglich zusammengehöriger Theile ein und in keinem der genannten Fälle ist der stehenbleibende Stiel etwa das Stengelglied der Blütenaxe, an welches die Fruchtblätter befestigt waren, sondern eine ganz unselbstständige Zellgewebsmasse.

D. Erscheinungen an den übrigen Blüthentheilen während der Ausbildung von Frucht und Samen.

§. 175.

Die übrigen zur Blüthe gehörigen Theile zeigen bei der Entwicklung des Fruchtknotens zur Frucht grosse Verschiedenheit. Staubfäden und Blumenblätter werden bald nach der Befruchtung durch ächte Gliederung

an ihrer Basis abgeworfen oder sterben ab und vertrocknen an der Blüthe. Selten bleibt ein Theil von ihnen, besonders wo sie unter einander verwachsen sind, stehen und wird fleischig oder holzig (z. B. *Mirabilis*). Ganz ebenso verhält sich die Blüthenhülle, die aber häufiger ganz stehen bleibt. Da wo die Blüthendecken ganz oder theilweise stehen bleiben, bilden sich in diesen zuweilen eben dieselben vier Schichten aus, welche sich in der Fruchthülle zeigen, während diese nur sehr dünn hautartig entwickelt ist (z. B. *Elaeagnus*), oder sie werden saftig und bilden eine Scheinbeere (z. B. *Morus*). Der Kelch dagegen bleibt bei den allermeisten Pflanzen bis zur völligen Fruchtreife stehen, wobei er sich entweder wenig oder gar nicht verändert, z. B. bei den Pomaceen, oder sich vergrößert und blasig aufgetrieben die Frucht umgibt (bei *Physalis*, *Trifolium fragiferum*), oder als ein ganz zartes, häutiges oder haarförmiges Gebilde die Frucht als Haarkrone (*pappus*) ziert, wie bei den Valerianeen, Compositen u. s. w., oder auch halb abgeworfen wird (z. B. *Datura*). In manchen der genannten Fälle nehmen diese Theile den Schein wirklicher Früchte an, was noch viel häufiger bei den Axenorganen der Blüthe der Fall ist; so wird bei der Erdbeere der Fruchtknotenträger fleischig und erscheint als Frucht, bei *Hovenia*, *Semecarpus* und *Anacardium* bildet sich der Blütenstiel zu einer solchen Scheinfrucht um. Am häufigsten aber ist es die hohle, becherförmig entwickelte Scheibe oder der Blütenstengel, welcher, fleischig ausgebildet, das bildet, was der gemeine Mann Frucht nennt, z. B. bei *Rosa*, *Malus*, *Pyrus*, *Ficus* u. s. w. Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch besonders bei Blüten ohne Blüthendecken die Deckblätter und Deckblättchen mit der Frucht auswachsen und zwar meistens holzig werden und so scheinbare Fruchthüllen bilden, z. B. bei Cupuliferen die sogenannte *cupula*, bei Betulineen die Schuppen des Zapfens u. s. w.

IV. Von der Frucht und dem Samen.

§. 176.

Frucht (*fructus*), im Sinne der Wissenschaft, ist der einzelne Stempel zur Zeit der völligen Ausbildung der Keimpflanze (Samenreife); Staubweg und Narbe behalten, wenn sie überall noch vorhanden sind, ihren Namen, der Fruchtknoten dagegen wird Fruchtschale (*pericar-*

pium) genannt. In diesem Sinne giebt es natürlich Pflanzen, die gar keine Frucht haben, weil sie nie einen Fruchtknoten hatten, denen daher wie nackte Samenknospen, so auch nackte Samen (*semina nuda*) zugeschrieben werden müssen; dazu gehören die Coniferen, Cycadeen und Loranthaceen. Aber es giebt auch noch einzelne Pflanzen, bei denen der Fruchtknoten früh zerstört wird, so dass die Samenknospe sich ebenfalls ohne Hülle zum Samen ausbildet; diese nennt man zum Unterschied von den vorigen entblüsst Samen (*semina denudata* z. B. *Leontice* und *Peliosanthes theta*). Die wirklichen Früchte kann man nach Analogie der Blüten in nackte (*fructus nudus*) und bedeckte (*fr. tectus*) einteilen, je nachdem von der ganzen Blüthe nur noch der Fruchtknoten vorhanden (z. B. *Lilium*), oder derselbe von andern Blüthentheilen umschlossen erscheint (z. B. *Nicandra*). Wie in einer Blüthe ein oder mehrere Stempel vorkommen, so unterscheidet man hier die einfache Frucht (*fructus simplex*, z. B. *Nigella*) von der mehrfachen Frucht (*fructus multiplex*, z. B. *Ranunculus*). Endlich ist, wie beim Blütenstand, auch hier neben der Frucht noch der Fruchtstand zu unterscheiden, für welchen man die Terminologie des Blütenstandes beibehalten (wie Fruchtlähre, Fruchtköpfchen, Fruchtdolde u. s. w.) oder einfach da, wie Linné bei der Blüthe der *Compositae*, so auch hier von einer zusammengesetzten Frucht (*fructus compositus*) sprechen könnte, z. B. bei *Ananas*.

Für die einzelne Frucht aber gilt, wie sich von selbst versteht, Alles, was über die Natur des einzelnen Fruchtknotens in Bezug auf seinen Ursprung, seine Zusammensetzung, seine innere Abtheilung u. s. w. gesagt worden ist, wenn sich diese Verhältnisse nicht durch die spätere Ausbildung verändert haben, in welchem Falle diese Veränderungen, aber auch nur diese, zu bezeichnen sind.

§. 177.

An der Frucht haben wir nun, nach Massgabe des Vorhergehenden, folgende Betrachtungen genauer zu verfolgen.

1) Als Theile der Frucht haben wir die Fruchtschale (*pericarpium*), den Samenträger (*spermophorum*), den Knospenträger (*funiculus*) und den Fruchtbrei (*pulpa*), endlich den Samen (*semen*) und an diesem die Samenschale (*epispermium*) und den Samenkern (*nucleus*),

an diesem die Keimpflanze (*embryo*) und das Sameneiweiss (*albumen*) zu betrachten.

2) Es sind ferner die übrigen Theile, die in näherer Beziehung zur Frucht stehen, von den Deckblättern bis zu den Blüthentheilen zu berücksichtigen als accessorische Organe.

3) Endlich sind die verschiedenen Arten der Frucht aufzuzählen.

1) Von den einzelnen Theilen der Frucht.

§. 178.

Die Fruchtschale (*pericarpium*) ist der ungeänderte Fruchtknoten (*germen*), zuweilen mit den übrigen stehenbleibenden Theilen des Stempels, Staubweg und Narbe, verbunden. Letztere sind selten von besonderer Bedeutung und ist von ihnen eben nur zu erwähnen, dass sie sich bis zu diesem Zeitpunkt erhalten haben (z. B. bei *Papaver*), oder ausgewachsen sind (z. B. *Pulsatilla*). Die Formen der Fruchtschale sind äusserst mannigfaltig, aber keiner allgemeinen Bestimmung fähig; häufig zeigen sich an ihr Haare, Stacheln, Warzen, hautartige Ausbreitungen (*alae*), vorspringende Rippen (*costae* oder *juga*) und deren Zwischenräume Thäler (*valleculae*) u. s. w.

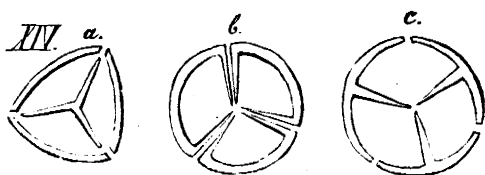
Die Fruchtschale bestimmt wesentlich die verschiedenen Erscheinungsweisen der Früchte durch ihre verschiedenen Structurverhältnisse. Schon früher wurde erwähnt, wie verschiedenartig sich das Parenchym des Fruchtknotens entwickelt. Im einfachsten Falle finden wir an der reifen Fruchtschale ausser der Oberhaut beider Flächen nur eine gleichförmige Lage Parenchyms, ohne Gefässbündel (z. B. die niederen Aroideen), oder von wenigen einfachen Gefässbündeln durchzogen. In andern Fällen bleibt nur die Oberhaut der äusseren Fläche erkennbar, und das ganze Parenchym mit der Oberhaut der inneren Fläche ist fleischig oder saftig entwickelt (z. B. *Atropa*), oder unter der Oberhaut der äusseren Fläche sind einige Lagen Zellgewebes verholzt und die folgen-

den fleischig, in beiden Fällen noch immer häufig in den Fruchtbrei ohne Grenze übergehend. In vielen andern Fällen endlich lassen sich vier Schichten deutlich unterscheiden, die schon oben charakterisirt sind und die man seit *De Candolle* (*L. C. Richard*, den Urheber der Eintheilung, völlig missverstehend), von Aussen nach Innen zählend, äussere Fruchthülle (*epicarpium*), mittlere Fruchthülle (*mesocarpium*, auch Fleischhülle, *sarcocarpium*, oder Fleisch, *caro*) und die beiden inneren ununterschieden innere Fruchthülle (*endocarpium*) genannt hat. Am bedeutsamsten sind diejenigen Structurverschiedenheiten der Frucht, die im völlig ausgebildeten reifen Zustande die eigenthümlichen Trennungen der Continuität veranlassen. Wir erhalten hierdurch zwei grosse Classen aller Früchte, je nachdem in ihrem Bau eine Trennung in einzelne Theile bedingt ist oder nicht. Letztere kann man die beerenartigen, erstere die kapselartigen nennen. Diese aber theilen sich noch wieder in zwei Gruppen, je nachdem die Fruchtschale sich öffnet und die Samen entlässt: Kapselfrüchte (*capsulae*) und ihre Theile Klappen (*valvulae*); oder nur in einzelne Theile zerfällt, die nicht weiter sich öffnend die Samen fest umschliessen: Spaltfrüchte (*Schizocarpia*), ihre Theile Theilfrüchtchen (*mericarpia*). Die beerenartigen zerfallen wieder in drei Gruppen, je nachdem die inneren Schichten die derberen, festeren, die äusseren die fleischigern und saftigern sind: Steinbeeren (*drupae*); oder umgekehrt: ächte Beeren (*baccae*); oder endlich alle Schichten dünn und trocken, oder lederartig erscheinen: Schliessfrüchte (*achaeinia*). Alle diese Formen können je nach den Fruchtknoten, aus denen sie entstanden, ober- und unterständig, ein- oder mehrfächerig, ein- oder vielsamig vorkommen, was aber nur dann zu bemerken ist, wenn durch Fehlschlagen Abweichungen vom Bau des Fruchtknotens entstanden sind, übrigens sich von selbst versteht.

a) Die Kapselfrüchte kommen bei den verschiedenartigsten Familien vor. Insbesondere ist die Art des Aufspringens (*dehiscencia*) zu betrachten; die einfachste Weise ist ein scheinbar ganz regelloses Zerreißen an irgend einer Stelle (z. B. *Nicandra*), gewöhnlich aber ist die Form des Aufspringens sehr regelmässig, wenn sie auch nur auf einen kleinen Theil beschränkt ist (*pericarpium poro dehiscens*), z. B. bei *Papaver*, *Antirrhinum* u. s. w.

Die Trennung der Continuität ist sonst entweder vertical oder horizontal. Im letztern Falle bildet der obere Theil gleichsam einen Deckel

auf dem untern, man nennt es umschnittene Kapsel (*capsula circumscissa*). Im erstern Falle zerfällt die Fruchthülle in mehr oder weniger getrennte Stücke. Man nennt dieselben Klappen (*valvulae*). Bei viel-



fächerigen Früchten können a) diese Klappen sich ganz von den stehengebliebenen Scheidewänden ablösen, z. B. *Cobaea scandens* (*dehiscencia septifraga*), oder b) die Scheidewände spalten sich in zwei Lamellen und jede Klappe trägt an jedem ihrer Ränder eine solche Lamelle (*dehiscencia septicida*, *valvulae margine septiferae*), oder c) die Scheidewände bleiben ungetheilt auf der Mitte der Klappe haften (*dehiscencia loculicida*, *valvulae medio septiferae*). Bleibt bei einer dieser Arten des Aufspringens eine stielartige Zellgewebsmasse in der Axe der Frucht stehen, so heisst diese das Fruchtsäulchen (*columella*).

Aus dem Gesagten erhellet schon zur Genüge, dass alle diese Trennungen der Continuität nicht von ursprünglicher Zusammensetzung abhängig sind. Die gewöhnliche Botanik nimmt aber ein solches Verhältniss an und nennt deshalb die Linie im äussern Umfange der Fruchtschale, wo die Ränder angeblicher oder wirklicher Fruchtblätter unter einander verwachsen sind, mit einem selbst nach dieser Hypothese zur Hälfte sinnlosen Ausdrucke Rückennaht (*sutura dorsalis*), während Bauchnaht (*sutura ventralis*) nur die Linie bezeichnet, wo die Ränder eines und desselben wirklichen Fruchtblattes oder dem ähnlichen Theiles mit einander verwachsen sind.

Bei den meisten Kapselfrüchten sind die oben erwähnten vier Schichten der Fruchtschale zu unterscheiden, doch sind alle zusammen sehr dünn und häutig oder lederartig, seltener holzig.

b) Die Spaltfrüchte unterscheiden sich hauptsächlich nach der Richtung, in welcher die Theilung vor sich geht. Es geschieht nämlich entweder parallel mit der Axe der Frucht oder senkrecht auf dieselbe, d. h. durch verticale oder transversale Continuitätstrennungen. Bei bei-

den pflegen die einzelnen Theile dann einsamig zu seyn; im ersten Falle nennt man sie zuweilen Körner (*cocci*) oder Theilfrüchte (*mericarpia*), im letztern Glieder (*articuli*), und unterscheidet sie wohl noch nach der Textur ihrer Schichten als trockene, lederartige oder saftige. Erstere (Theilfrüchte) sind den Familien der Rubiaceen, Euphorbiaceen, Labiaten, Borragineen, Geraniaceen, Tropaeoleen, Malvaceen, Umbelliferen u. u. w., letztere (Glieder) einigen Leguminosen und Cruciferen eigen. Bei ersteren kommt nicht selten auch ein Fruchtsäulchen (*columella*) vor.

c) Die Steinbeeren, bei Amygdaleen charakteristisch, aber auch in andern Familien vorkommend, verdanken ihre Eigenthümlichkeit der auffallenden Verschiedenheit in der Sruetur ihrer Schichten, und zwar der Parenchymschichten, von denen die innere fester, oft holzig, die äussere fleischig oder lederartig u. s. w., beide aber verhältnissmässig dick entwickelt sind.

d) Die ächte Beere, in den Familien der Grossulariceen, Passifloreen, Cucurbitaceen, der Aroideen u. s. w. vorherrschend, einzeln in vielen andern Familien, beruht wesentlich auf der fleischigen oder saftigen Textur der inneren Schichten der Fruchtschale, oft bis zur Auflösung in einzelne saftreiche Zellen, während die äusseren Schichten derber, zuweilen selbst holzig sind (z. B. bei Lagenaria).

e) Die Schliessfrüchte, seltener mit unterscheidbaren, aber stets mit dünnen und trockenen Schichten, charakterisiren die Familien der Gräser, Cyperaceen, der Cupuliferen, der Compositen, Dipsaceen, sind vorherrschend bei den Dryadeen und Ranunculeen und sonst einzeln vorhanden. Sie sind gewöhnlich einfächerig und einsamig, gewöhnlich ursprünglich, zuweilen (wie bei den Cupuliferen) durch Fehlschlagen von Fächern und Samenknospen.

§. 179.

Die Natur des Samenträgers (*spermophorum*) ist schon im Frühern ausführlich erörtert; hier ist nur Weniges noch nachzutragen. Zunächst ist zu bemerken, dass beim Aufspringen der Früchte sich vielfach auch Zellgewebsportionen von den Klappen oder Scheidewänden

trennen, an denen die Samen hängen bleiben und die man dann wohl Samenträger genannt hat. Auch hier gilt, was von diesen Trennungen im Allgemeinen gesagt ist, dass dadurch bald wirklich selbstständige Organe aus ihrer Verwachsung mit andern wieder frei werden (z. B. Cruciferen), bald Stücke von selbstständigen Organen sich abtrennen (z. B. bei den Asclepiadeen).

Ueber den Fruchtbrei (*pulpa*) ist auch schon gesprochen und bemerkt, dass er einerseits in das aufgelöste Zellgewebe der Samenschale bei der ächten Beere (z. B. bei *Solanum*), andererseits in die Fortbildungsproducte des Knospenträgers, nämlich in den Samenmantel in weitester Bedeutung (bei *Arum*) und vielleicht in die ächten Samenschalen (bei *Ribes*?) übergeht.

Der Knospenträger (*funiculus*) zeigt mannigfache Verschiedenheiten, die schon früher erklärt sind. Haare, warzenartige Ausbreitungen unter dem Samen, häutige, continuirliche oder gelappte Ueberzüge des Samens (Samenmantel, *arillus*) u. dergl. m. Die Haare am Knospenträger bilden Eine Art des Samenschopfes (*coma*), die andere ist eine Entwicklung der Samenschale selbst an verschiedenen Stellen, am Knospenmunde oder am Knospengrunde. Die warzenähnlichen Ausbreitungen am Samen werden *strophiola* oder *caruncula* genannt, dadurch aber auch mit ganz verschiedenen Dingen, z. B. dem Knospenmund, zusammengeworfen. Die Bildungen des Samenmantels sind sehr mannigfach und besonders hinsichtlich der Farbe, Textur und des Zelleninhalts verschieden.

§. 180.

Der wichtigste Theil der ganzen Frucht für die Oekonomie der Pflanze ist der Same (*semen*), weil er die Keimpflanze, die bestimmt ist, die Art zu erhalten, umschliesst. Der Same kann daher auch ganz frei, ohne Fruchtschale, vorkommen, wie bei den Cycadeen, Coniferen, und Loranthaceen. Hier nimmt der Same dann auch wohl den Schein einer Frucht an, z. B. einer geflügelten Schliessfrucht bei Abietineen, einer Beere bei *Viscum*, einer Steinbeere bei *Cycas* u. s. w.

Man unterscheidet am Samen zwei Theile, die Samenschale (*epispermium*) und den Kern (*nucleus*). Der Kern wird entweder allein von der Keimpflanze (*embryo*) oder von dieser und dem Sameneiweiss (*albumen*) gebildet. Als Regionen unterscheidet man am ganzen Samen den

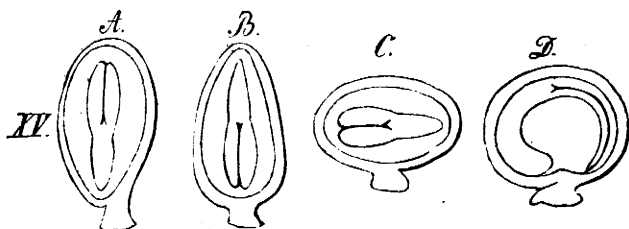
Grund (*basis*), den Theil, mit welchem er befestigt ist, und die Spitze (*apex*), den freien, jenem gerade gegenüberliegenden Punkt. Nach dem Verhältnisse dieser beiden Theile wird die Lage des Samens in der Frucht bestimmt. Man denkt diese als aufrecht, ihre Basis nach Unten, und nennt die Samen, deren Spitze dann höher liegt als der Grund: aufrechte (*erecta*), wenn sie im Grunde der Fruchthöhle befestigt sind, aufsteigende (*adscendentia*), wenn sie von der Seitenwand sich erheben; Samen, deren Spitze tiefer liegt als der Grund, heissen: hängende (*pendula*); liegen beide Punkte in gleicher Höhe, so heissen die Samen: wagerechte (*horizontalia*), oder auch wohl unbestimmte (*vaga*); ist endlich die Linie vom Grunde des Samens bis zur Spitze nicht der längste, sondern der kürzeste Durchmesser des Samens, so heissen sie: schildförmige oder in der Mitte befestigte (*peltata, medio affixa*). An dem abgelösten Samen heisst die Fläche, durch welche er mit dem Samen- oder dem Knospenträger verbunden war, der Nabel (*hilus, umbilicus*).

Die Samenschale lässt, wie schon oben entwickelt, gar keine allgemeine Zurückführung auf die Knospenhüllen zu, und deshalb kann man im Allgemeinen nur von Einer Samenschale sprechen und muss deren einzelne Zellenlagen (*strata*) näher charakterisiren, wenn für die bestimmte Art, Gattung oder Familie die Entwicklungsgeschichte noch nicht bekannt ist. Fast allgemein kann man zweckmässig die Samenepidermis von der Substanz der Samenschale unterscheiden. An ihrer Oberfläche beschreibt man Haare (büschelweise vom Samenmunde oder dem Knospenmunde ausgehend) als Schopf (*coma*), Warzen, Stacheln, Rippen, Flügel u. s. w. und die Region der Samennaht (*raphe*), des Knospengrundes (*chalaza*), des Knospenmundes (*micropyle*).

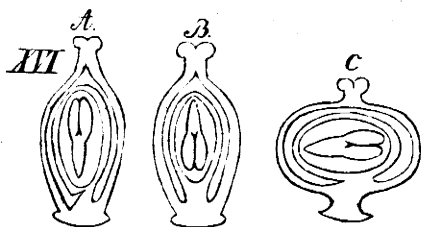
Das Sameneiweiss (*albumen*) ist entweder Endosperm oder Perisperm und seiner Textur nach fleischig, hornartig u. s. w.; wenn von braunen, halb zerstörten Lappen der in seine Substanz hineinragenden Samenschale durchsetzt, marmorirt (*ruminatum*); seinem Inhalte nach mehlig, ölig u. s. w.

Die Keimpflanze (*embryo*) ist ein-, zwei-, vielsamenlappig, gerade, gekrümmt, spiralig u. s. w., vom Sameneiweiss eingeschlossen, an dessen Spitze (gewöhnlich falsch Basis genannt) liegend oder das Sameneiweiss kreisförmig umfassend (*embryo periphericus, albumen centrale*) u. s. w. Ihre Lage im Bezug zum Samen ist unabänderlich so bestimmt,

dass die Spitze des Würzelchens dem Knospenmunde zugekehrt ist. Durch dieses Gesetz ist die ganze frühere weitläufige Terminologie zwar völlig entbehrlich geworden, wird aber fortwährend beibehalten. Sie ist doppelt:



1) Nach L. C. Richard: Der Same, auf seiner Basis aufrecht gedacht, hat *A.* einen *embryo orthotropus* oder *erectus*, wenn die Wurzel nach der Basis gerichtet ist; *B.* einen *embryo antitropus* oder *inversus*, wenn sie nach der Spitze zeigt; *C.* einen *embryo heterotropus* oder *vagus*, wenn sie eine mittlere Richtung hat, und endlich *D.* einen *embryo amphitropus*, wenn der Embryo kreisförmig gebogen im Samen liegt.



2) Die ältere und noch häufig benutzte Terminologie dagegen bezieht die Ausdrücke auf die unveränderte Lage des Samens in der aufrecht gedachten Frucht und spricht von *A. radicula infera*, wenn sie der Basis der Fruchthülle, *B. radicula supera*, wenn sie der Spitze derselben, und *C. radicula vaga*, wenn sie den Seitenwandungen zu gerichtet ist.

Die Formen des Embryo selbst endlich sind schon oben zur Genüge entwickelt worden.

2) Von den accessorischen Organen an der Frucht.

§. 181.

Die ausser dem Fruchtknoten vorhandenen Blüthentheile bleiben zum Theil bis zur reifen Frucht stehen, verändern sich oft, insbesondere hinsichtlich ihrer Textur, die namentlich nicht selten fleischig wird, und so nehmen sie zuweilen den Schein von Fruchtformen an, Scheinfrüchte (*fructus spurii*). Als Beispiele bieten sich hier der Blütenstengel (bei *Ficus*), der Blütenstiel (bei *Hovenia dulcis*), das Deckblatt (bei *Ananassa*), die Blütenhülle (bei *Morus*), der Kelch (bei *Cucubalus baccifer*), die Blumenkrone (bei *Mirabilis*), die Scheibe (bei *Rosa*), der Fruchtknotenträger (bei *Fragaria*) an.

3) Aufzählung der verschiedenen Fruchtformen.

§. 182.

I. Nackter Samen (*semen nudum*).

A. Einzelne Samen.

- 1) *Bacca**), unterständiger Samen, z. B. *Viscum*.
- 2) *Sphalerocarpium*, Samen mit fleischigem Arill, z. B. *Taxus*.

B. Samenstände.

- 3) *Strobilus*, Aehre mit holzigen Samenträgern, z. B. *Pinus*.
- 4) *Galbulus*, Köpfchen mit verwachsenen fleischigen Deckblättern, z. B. *Juniperus*.

II. Einfache Früchte (*fructus simplex*).A. Kapsel (*capsula*).

† Oberständig.

- 5) *Capsula circumscissa*.
- 6) *Utriculus Gaertner*, Nr. 5, einfächerig, aus einem Fruchtblatt entstanden, wenigsamig, z. B. *Chenopodium*.
- 7) *Pyxidium*, Nr. 5, ein- oder mehrfächerig, aus mehreren Fruchtblättern entstanden, vielsamig, z. B. *Hyocyamus*.

*) Die durchschossen gedruckten Namen sind so ziemlich allgemein im Gebrauch.

- 8) *Folliculus*, einfächerig, vielsamig, einklappig, Samen an beiden Klappenrändern, z. B. *Paeonia*.
 - 9) *Conceptaculum*, zwei unverwachsene *folliculi* mit je einem sich lösenden Samenträger, z. B. *Asclepias*.
 - 10) *Legumen*, einfächerig, 1 — vielsamig, zweiklappig, Samen an zwei Klappenrändern einer Spalte, z. B. *Pisum*.
 - 11) *Siliqua*, zweifächerig, zweiklappig sich von den stehbleibenden, die Scheidewand bildenden Samenträgern (*replum*) ablösend, z. B. *Matthiola*.
 - 12) *Silicula*, eine sehr kurze *Siliqua*, z. B. *Thlapsi*.
 - 13) *Ceratium*, eine *Siliqua* bei einigen Fumariaceen und Papaveraceen.
 - 14) *Rhegma*, elastisch zweiklappig (?) von einer *columella* abspringend, z. B. *Euphorbia*.
 - 15) *Capsula*, ein- oder vielfächerig, vielsamig mit Klappen aufspringend oder mit Löchern, *Primula*, *Antirrhinum*.
 ††) Unterständig.
 - 16) *Diplogtegia Desvauz*, unterständige Kapsel mit Poren aufspringend, z. B. *Campanula*.
- B. Spaltfrucht (*Schizocarpium*).
- 17) *Cremocarpium* (?), bei Umbelliferen, Rubiaceen.
 a) Theilfrüchtchen (*mericarpia*), die einzelnen Stücke der Spaltfrucht.
 - 18) *Carcerulus*, bei Tropaeoleen, Malveen.
 - 19) *Achaenium*, z. B. bei Borragineen, Labiaten.
- C. Steinbeere (*drupa*).
- 20) *Drupa*, ursprünglich einfächerig, 1 — 2samig, das *mesocarpium* fleischig, das *endocarpium* holzig, z. B. *Amygdalus*.
 - 21) *Tryma* (angeblich) durch Fehlschlagen einfächerig bei *Juglans*.
- D. Beere (*bacca*).
- 22) *Bacca*, mehrfächerig, unterständig, z. B. *Ribes*.
 - 23) *Nuculanium*, mehrfächerig, oberständig, z. B. *Vitis*.
 - 24) *Pepo*, einfächerig, unterständig, z. B. *Pepo*.
 - 25) *Hesperidium*, lederartig von der *Pulpa* scharf abgesetzt, z. B. *Citrus*.
 - 26) *Amphisarca*, nach Aussen holzig, z. B. *Crescentia*.

E. Schliessfrucht (*Achaenium*).

- 27) *Achaenium* (*auctorum*), *cypsela* (*Lindley*), einfächerig, einsamig, nicht mit dem Samen verwachsen, z. B. *Compositae*.
- 28) *Glans*, durch Abort einfächerig, einsamig, z. B. *Corylus*.
- 29) *Caryopsis*, einfächerig, einsamig, (angeblich) mit dem Samen verwachsen, z. B. die Gräser.
- 30) *Samara*, zweifächerig, geflügelt, z. B. *Acer*.
- 31) *Carcerulus*, mehrfächerig, ungeflügelt, z. B. *Tilia*.

III. Mehrfache Frucht (*fructus multiplex*).

A. Mehrere Achänien.

- 32) *Etaerio*, wenn ganz frei, z. B. *Ranunculus*.
- 33) *Syncarpium*, wenn zusammenhängend, z. B. *Magnolia*.

B. Mehrere Beeren.

- 34) *Etaerio*, zusammenhängend, z. B. *Rubus*.

IV. Fruchtsände (*fructus compositus*).

A. Köpfchen mit flachem oder becherförmigen, fleischigen Blütenstengel.

- 35) *Syconus*, z. B. *Ficus*, *Dorstenia*.

B. Aehre mit fleischigen Deckblättern und Blütenhüllen.

- 36) *Sorosis*, z. B. *Ananassa*, *Morus*.

C. a) Aehre mit holzigen Deckblättern.

- 37) *Strobilus*, z. B. *Betula*.

b) Aehre mit holzigen Deckblättern und Blütenhüllen.

- 38) *Strobilus*, z. B. *Casuarina*.

V. Scheinfrucht (*fructus spurius*).

- 39) *Cynarhodon*, freie, einsamige Achänien von fleischigem Discus umgeben, z. B. *Rosa*.
- 40) *Pomum*, mehrsamige Achänien in einem Kreise mit dem fleischigen Discus verwachsen, z. B. *Malus*.
- 41) *Balausta*, mehrsamige Achänien, in zwei Kreisen mit dem fleischigen Discus verwachsen, z. B. *Punica*.
- 42) *Diclesium*, Achänien, in eine verhärtete Blütenhülle oder Blumenkrone eingeschlossen, z. B. *Spinacia*, *Mirabilis*.
- 43) *Sphalerocarpium*, Achänien, im steinbeerenähnlichen Perianthium eingeschlossen, z. B. *Hippophae*.

Viertes Buch.

Organologie.

§. 183.

Die Organologie umfasst die Lehre von dem Leben der ganzen Pflanze als solcher und ihrer einzelnen Organe. Leben ist Thätigkeit der der Materie inhärenten Kräfte in der Weise, wie sie sich, gebunden an die bestimmte Form der Pflanze, als Pflanzenleben äussern. Von allen Disciplinen der botanischen Wissenschaft ist die Organologie am unvollendetsten und kaum in ihren ersten Anfängen begriffen. Es bleibt daher ein grosses Feld des noch Unerklärten der Erscheinungen, die wir nur deshalb als ein Ganzes auffassen, weil wir noch zu unwissend sind, um sie auf die einzelnen mitwirkenden Kräfte, aus deren Combination sie hervorgingen, zurückführen zu können. Diese uns unbekannte Region bezeichnen wir mit dem Worte Leben oder, bestimmter, organisches Leben, und nennen den ganzen Complex der Ursachen Lebenskraft. Diese ist also einmal nur negativ begrenzt und zweitens eben als vorläufiger Ausdruck für das zur Zeit noch Unerklärliche bestimmt, kann also selbst niemals als Erklärungsgrund in unserer Wissenschaft vorkommen.

Man bezeichnet das Leben der Pflanze aber auch wohl zweitens, im Gegensatze zu dem Leben der (höheren) Thiere, mit dem Ausdrucke vegetatives Leben. Dieser Unterschied ist im höchsten Grade vag und bezieht sich, wo er angewendet wird, vorzugsweise auf die Bildung und Ausbildung der Formen und auf den chemischen Process. In diesem letztern zumal tritt uns dann häufig eine gewisse Periodicität entgegen, indem der chemische Process bald rascher vorschreitet (bei der wach-

senden Pflanze, im Sommer, oder in der Regenzeit der Tropen), oder sehr langsam vor sich geht bis zum scheinbaren Stillstand (in Spore und Embryo, im Winter, oder in der dürrn Jahreszeit der Tropen).

§. 184.

Die Organologie begreift die Lebenserscheinungen der ganzen Pflanze (allgemeine Organologie) und ihrer einzelnen Theile als besondere Organe (specielle Organologie). Das Leben der ganzen Pflanze ist das Resultat aus dem Leben der einzelnen Zellen. Einsicht und Möglichkeit der Erklärung haben wir daher in dieser Lehre nicht gewonnen, so lange wir die Erscheinungen im Gesamtleben der Pflanze nicht auf die Erscheinungen an den einzelnen dieselbe constituirenden Zellen zurückgeführt haben. Dafür ist bis jetzt aus Mangel einer richtigen Methode noch wenig geschehen, und die Darstellung dieser Hälfte der Organologie wird sich also hauptsächlich darauf zu beschränken haben, die Aufgaben richtig zu bestimmen und den Weg, der zu ihrer Lösung einzuschlagen ist, anzudeuten. Dasselbe gilt für den zweiten Theil, der seine Grundlage in der Morphologie erhalten hat. Dort wurde entwickelt, welche morphologisch bestimmte Organe die Pflanze besitzt; hier wird zu erörtern seyn, in wiefern an bestimmten morphologischen Organen auch bestimmte Seiten des allgemeinen Lebens der Zelle vorzugsweise hervortreten und in wiefern sie dadurch auch zu physiologisch bestimmten Organen werden. Beide Theile müssten dann nach den in der Morphologie entwickelten Gruppen der Pflanzen durchgeführt werden. Eine solche Durchführung kann aber zur Zeit noch nicht gegeben werden, weil wir ein leeres Gerippe von Paragraphenüberschriften ohne Inhalt erhalten würden; denn bei den meisten Pflanzen und Pflanzentheilen fehlt es uns ganz und gar an Beobachtungen. Ich werde daher diese Lehre nach folgenden Abtheilungen darstellen: A. Allgemeine Organologie. 1) Allgemeine Erscheinungen im Leben der ganzen Pflanze: Leben, Keimen, Wachsen, Ernährungsprocess, Fortpflanzung, Tod. 2) Besondere Erscheinungen: Wärmeentwicklung, Lichtentwicklung, Bewegungen. B. Specielle Organologie. A. Vegetationsorgane: a) Gymnosporen, b) Angiosporen; B. Fortpflanzungsorgane: a) Kryptogamen, b) Phanerogamen.

Erstes Capitel.*Allgemeine Organologie.***Erster Abschnitt.***Allgemeine Erscheinungen im Leben der ganzen Pflanze.***A. Das Leben der ganzen Pflanze.****§. 185.**

Das Leben der Pflanze wie des Elementarorgans ist, abgesehen vom Gestaltungsprocesse selbst, nichts Anderes als der Complex physikalisch - chemischer Vorgänge, wie sie gebunden an eine bestimmte Form sich zeigen. Es kommen hier also die bekannten physikalischen und chemischen Kräfte in Frage. Von den meisten wissen wir in Bezug auf die Pflanze wenig, von vielen gar nichts. Wärme und Licht als die Bedingungen aller oder bestimmter chemischer Processe sind auch die Bedingungen des Lebens der Pflanze, aber in verschiedenem Grade. Einige Algen und Pilze scheinen bei 0°, z. B. *Protococcus nivalis* (der sogen. rothe Schnee), oder ganz im Dunkeln leben zu können, z. B. *Rhizomorpha subterranea*, *Tuber cibarium* (Trüffel) u. s. w.; andere bedürfen hoher Temperaturgrade, z. B. viele tropische Pflanzen, oder intensiven Lichts, wie viele Alpenpflanzen.

Ganz unbekannt sind uns noch die Wirkungen der Elektrizität und des Magnetismus.

Das Leben der Pflanze ist im höchsten Grade abhängig von dem Leben der ganzen Erde. An einen bestimmten Fleck geheftet oder, wenn frei, wie einige schwimmende Pflanzen, doch ohne von Innen bestimmte Bewegung, muss ihr Alles, was sie bedarf, was ihre Lebenserscheinungen fördern soll, von Aussen entgegenkommen. Insbesondere zeigt sich diese Abhängigkeit bei der Vermittlung der Fortpflanzung. Die Ausstreuung der Sporen, die Uebertragung des Pollens auf die Narbe u. s. w. hängt oft von lauter rein äusserlichen Bedingungen ab, von atmosphärischer Feuchtigkeit, Wind, Wellenbewegung, vom Leben der Insecten u. s. w.

B. *Das Keimen.*

§. 186.

Das Keimen (*germinatio*) hat bei Kryptogamen und Phanerogamen eine sehr verschiedene Bedeutung. Bei den erstern, so wie bei den Rhizocarpeen umfasst es die Ausbildung einer einzelnen, von der Mutterpflanze getrennten Zelle zum vollständigen neuen Organismus und entspricht in seiner ersten wichtigern Hälfte der Bildung der Samenpflanze bei den Phanerogamen. Ueber die dabei vorgehenden Prozesse wissen wir noch gar nichts, als was sich analog aus dem Leben der einzelnen Zelle anwenden lässt. Das am schwierigsten zu Erklärende ist hier eigentlich dasselbe wie bei den Phanerogamen, nämlich wodurch die Spore so lange in der Aeusserung ihrer Lebensthätigkeit zurückgehalten wird. Bei Phanerogamen dagegen ist Keimung nur die Entwicklung einer schon vollständig im Kleinen angelegten Pflanze zum vollkommenen Individuum. Die Fortentwicklung hat hier gar nichts eigenthümlich Schwieriges, sondern umgekehrt, der dem Keimen vorhergehende Zustand der ruhenden Vegetation. Wir finden hier Folgendes. Beim allmäligen Reifen des Embryo füllen sich seine Zellen nach und nach mit assimilirten Stoffen, namentlich Stärkemehl, Oel und Schleim, und sie verlieren dabei nach und nach fast alles Wasser, und so tritt ein Zustand ein, in welchem wegen mangelnder Feuchtigkeit die chemischen Wechselwirkungen und daher die Lebensprocesse äusserst gering sind. Dieser Zustand dauert nach specifischer Eigenheit verschiedenen lange und kann künstlich oft bis zu Jahrtausenden erhalten werden, ohne dass die Entwicklungsfähigkeit verloren geht. Diese Entwicklungsfähigkeit wird selbst durch Einwirkungen nicht gestört, welche den wirklichen Lebensprocess der Pflanze aufheben würden; so ertragen die Samen der Cerealien einen kurzen Aufenthalt im Wasser von 45° C., in Wasserdämpfen von 60° C. und in trockener Luft von 75° C., so wie in trockener Kälte von —50° C.*). Dass beim Beginn der Keimung der Zutritt von Feuchtigkeit u. s. w. das Spiel chemischer Veränderungen in Thätigkeit setzt, ist bei weitem weniger auffallend, als weshalb es vorher nicht geschieht, aber gerade dies Letzte zu untersuchen, hat man bisher versäumt.

*) Vergl. Edward und Colin in *Ann. d. sc. nat. Seconde série, Botan. I.* p. 257.

Die Erscheinungen des Keimens sind folgende. Zunächst quellen die Bedeckungen des Embryo (die Samenschalen und wo sie vorhanden, auch Albumen und Fruchthüllen) vom eindringenden Wasser auf, die Zellen des Embryo dehnen sich aus, besonders zuerst die Zellen des Würzelchens unterhalb der Keimblätter (der sogen. *cauliculus*); dadurch wird das Würzelchen aus dem herstenden Samen hervorgeschoben, das Würzelchen senkt sich in den ihm angewiesenen Boden und sowie es darin sich befestigt, gleicht sich die etwaige Krümmung der Axe durch Ausdehnung der an der concaven Seite liegenden Zellen aus und der Embryo richtet sich in die Höhe. Die Ausdehnung der Keimblätter sprengt die Bedeckungen völlig, diese fallen ab und das freie Pflänzchen wächst nun fort. Bei Monokotyledonen gewöhnlich, selten bei Dikotyledonen, z. B. *Nymphaea*, *Quercus*, *Aesculus* u. s. w., dehnt sich auch der untere Theil der Keimblätter so sehr aus, dass dadurch das Knöspchen aus den Bedeckungen hervorgeschoben wird und sich dann entwickelt, ohne dass die Spitzen der Keimblätter die Hüllen verlassen. Wo Albumen vorhanden, wachsen die Keimblätter oft so sehr in der Hülle an, dass sie das ganze Albumen verdrängen, während der ganze Embryo im reifen Samen nur einen ganz kleinen Theil des Samens einnahm. Unwesentliche Verschiedenheiten im Einzelnen sind hier zahllos und fast jeder Same zeigt im Keimen seine Eigenthümlichkeiten.

Für den eigentlichen Lebensprocess beim Keimen sind zwei Erscheinungen völlig zu trennen, von denen die eine mit der Bildung der Pflanze gar nichts zu thun hat. Die Zellen des Embryo sind zur Zeit der Reife gewöhnlich ganz mit assimilirten Stoffen ausgefüllt, wodurch ihr Zusammensinken beim allmäligen Wasserverlust verhindert wird. Der grösste Theil dieser Stoffe ist für die Ernährung der jungen Pflanze überflüssig und wird zunächst zerstört, indem der Kohlenstoff des Stärkemehls, Oels u. s. w. auf Kosten des mit dem Wasser aufgenommenen atmosphärischen Sauerstoffs verbrannt wird und als Kohlensäure entweicht, während Wasserstoff und Sauerstoff sich zu Wasser verbinden; hierbei wird natürlich eine grosse Wärmemenge entbunden. Dadurch werden die Zellen wieder mit einem flüssigen Inhalte versehen und so das raschere chemische Leben in ihrem Innern möglich gemacht. Die nächste Folge ist dann die Umbildung der übrigen Substanz in Gummi und Zucker, die dann zur Bildung neuer Zellen verwendet werden können. Hierbei ist ohne Zweifel der Schleim als Contactsubstanz wirksam.

Ein gleicher Process wie im Embryo geht im Albumen vor sich und wird der darin bereitete Nahrungsstoff dem Embryo durch seine Oberfläche mitgetheilt. Bei vielen, besonders monokotyledonen Embryonen werden die Zellen des Kotyledons ganz papillös und vereinigen sich sehr fest mit den ebenfalls papillös auswachsenden Zellen der innern Fläche des Albumen.

Samenschale und bei geschlossenen Früchten auch die Fruchthülle tragen nach specifischer Eigenheit dazu bei, durch ihre Structur bald den Zutritt des Wassers aufzuhalten und so den Keimungsprocess zu verlangsamen, bald ihn zu beschleunigen.

Ueber die morphologischen Erscheinungen beim Keimen ist schon früher das Nöthige gesagt und bemerkt, wie hier die meisten Beobachtungen noch so mangelhaft sind, dass sie für wissenschaftliche Behandlung völlig unbrauchbar bleiben.

Ueber die Ursache der Richtung der Keimpflanze wissen wir noch gar nichts. Sobald die Pflanze an's Licht tritt, entwickelt sich in ihren äusseren Theilen Chlorophyll.

C. Das Wachsen.

§. 187.

Wachsen der Pflanze im Allgemeinen ist Vermehrung ihres Volumens und ihrer Masse. Für die wissenschaftliche Betrachtung müssen wir hier aber drei sehr verschiedene Processe unterscheiden, nämlich das Wachsen im engern Sinne, d. h. die Bildung neuer Zellen, die Entfaltung, d. h. die Ausdehnung und Vergrösserung schon vorhandener Zellen, und die Verholzung, d. h. die Verdickung der Wände vorhandener Zellen durch spiralige (und poröse) Verdickungsschichten. Alle drei nehmen auf sehr verschiedene Weise an der Ausbildung der ganzen Pflanze und ihrer Organe Theil. Insbesondere ist es aber wichtig, das erste und zweite Moment genau zu unterscheiden. So theilt sich der als Keimung bezeichnete Process scharf in zwei Perioden, von denen die erste nur die Erweichung und Ausdehnung der vorhandenen Zellen umfasst, die zweite die Bildung neuer Zellen. Das schnelle Wachsen der *seta* bei den Jungermannien gehört nur der Entfaltung an, eben

so die Ausbildung der Stengelglieder einer phanerogamen Pflanze u. s. w. Hier fehlt es noch sehr an genauen und umfassenden Untersuchungen.

Das eigentliche Wachsen geht, so weit bis jetzt die Inductionen reichen, stets nur so vor sich, dass sich neue Zellen im Innern von alten (Mutterzellen) bilden und durch Resorption der Mutterzellen frei werden. Keine andere Vermehrungsart der Zellen ist bis jetzt völlig constatirt.

§. 188.

In wiefern verschiedenen Pflanzentheilen oder verschiedenen Pflanzengruppen verschiedene Arten des Wachstums zukommen, kann man bis jetzt noch nicht sagen. Es fehlt durchaus an genauen Untersuchungen darüber. So weit dies Verhältniss nur die Formenbildung und Formenveränderung betrifft, ist es schon in der Morphologie vollständig behandelt worden.

Mit den Wachstumserscheinungen steht im Thierleben die Reproduction im engsten Zusammenhang. Versteht man unter Reproduction im bestimmten Sinne die Neubildung eines verloren gegangenen Theils an derselben Stelle und in derselben Form, so giebt es wahrscheinlich keine Reproduction im Pflanzenreich. Ein verloren gegangener Pflanzentheil ersetzt sich niemals wieder. Dagegen ist der Process der Vernarbung von Wunden mit Substanzverlust durch Ausfüllung der entstandenen Lücke mit einer dem Korkgewebe ähnlichen Substanz gar häufig.

D. *Der Ernährungsprocess.*

§. 189.

Die gesammte Ernährung umfasst eine gewisse Anzahl von Processen, durch welche für einen gegebenen Organismus die Aufnahme fremdartiger Stoffe, ihre gänzliche oder theilweise Aneignung und die Ausscheidung des nicht Angeeigneten und des dem Organismus durch den Lebensprocess fremdartig Gewordenen geschieht. Die Prozesse sind theils physikalisch, in sofern sie die Aufnahme und Ausscheidung bedingen, theils chemisch, in so weit sie die Umänderung der Stoffe be-

treffen, theils morphologisch, indem sie die Fixirung der geeigneten Stoffe in bestimmter organischer Form zur Folge haben. Bei der Pflanze, die keine physiologisch bestimmten Organe hat, kann die Lehre von der Ernährung nicht nach den Functionen der einzelnen mitwirkenden Organe abgehandelt werden. Jede Zelle ernährt sich für sich und nach ihrer eigenthümlichen Natur auf andere Weise. Für die ganze Pflanze müssen wir daher die Eintheilungen ganz anders machen, indem wir einmal die physikalischen, chemischen und morphologischen Processe sondern; zweitens die Verschiedenheiten der ersteren nach der verschiedenen Natur des die Pflanze oder ihre Theile umgebenden Mittels betrachten; drittens aber noch die physikalischen und chemischen Processe nach folgender Eigenthümlichkeit im Wesen der ganzen Pflanze unterscheiden: bei der Selbstständigkeit des Lebens der einzelnen Zellen können nämlich in und an bestimmten Zellen Processe vor sich gehen, die für das Leben der benachbarten Zellen und somit der ganzen Pflanze ohne alle Bedeutung sind, während Vorgänge in an sich toten Zellen durch ihre Einwirkung auf andere lebende, doch noch für die ganze Pflanze wichtig werden können. Schliesslich ist dann noch die Vertheilung der aufgenommenen Stoffe in der ganzen Pflanze in's Auge zu fassen.

I. Nahrungsmittel der Pflanze im Allgemeinen.

§. 190.

Die vier Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche im Wesentlichen die organische Substanz bilden, sind in der Natur in beständiger Circulation begriffen. Wir finden sie zunächst in der Pflanzenwelt zu organischen Stoffen verbunden. Die Thierwelt ist mit ihrer Ernährung mittelbar (Fleischfresser) oder unmittelbar (Pflanzenfresser) ausschliesslich auf die Pflanzenwelt angewiesen. Durch den Lebensprocess der Thiere (Athmung und Perspiration), durch die Fäulniss und Verwesung ihrer Auswurfstoffe, sowie der abgestorbenen Thier- und Pflanzenkörper, endlich durch die Verbrennungsprocesse wird beständig die organische Substanz als solche vernichtet und als Wasser, Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak, lauter flüchtige unorganische Verbindungen, an die Atmosphäre abliefern. An diese ist

also wiederum die Pflanzenwelt ausschliesslich gewiesen, um die Materie wieder in den Kreislauf des Organischen einzuführen.

§. 191.

Die organische Substanz der Pflanzen, so weit sie bei der Ernährung derselben bis jetzt in Frage kommen kann, bildet zwei Reihen, die der stickstofffreien und der stickstoffhaltigen Verbindungen; die erstere Reihe trennt sich dann in 3 Gruppen, solche, bei denen, neben dem Kohlenstoffe, Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniss, wie sie Wasser bilden, vorhanden sind (die Gruppe der Dextrine), solche, in denen Sauerstoff im Ueberschuss sich findet (die Gruppe der Pflanzensäuren) und solche, in denen derselbe in zu geringer Menge oder gar nicht vorhanden ist (die Gruppe der Fette). Die zweite Reihe (die Reihe der Proteinverbindungen) enthält gewöhnlich neben den 4 Elementen noch Schwefel und Phosphor. Den Wasserstoff und Sauerstoff erhalten die Pflanzen stets in genügender Menge durch das Wasser, ohne welches keine Vegetation denkbar ist, der Kohlenstoff wird mit der Kohlensäure gegeben, welche durch Verbrennungs- und Athmungsprocesse, durch Verwesung und vulkanische Ausströmungen fortwährend der Atmosphäre mitgetheilt wird und stets den Pflanzen in genügender Menge zu Gebote steht. Der Stickstoff wird als Ammoniak oder Ammoniaksalz aufgenommen. Der Anfang der Verbrennung (Verkohlung), die Transpiration, die Verwesungs- und Fäulnisprocesse, die Ausströmungen aus den Vulkanen liefern diese Ammoniaksalze. Schwefel und Phosphor stammen wahrscheinlich aus Phosphor- und Schwefelwasserstoff. Letzterer bildet sich überall, wo schwefelhaltige Proteinverbindungen faulen und organische Stoffe in Berührung mit schwefelsauren Salzen sich zersetzen, und werden in grosser Menge durch vulkanische Processe (Schwefelquellen) geliefert.

§. 192.

Die Pflanzenwelt im allgemeinen erhält ihre organischen Elemente durch Kohlensäure, Ammoniaksalze und Wasser, wahrscheinlich ist das auch für alle einzelne Pflanzenarten, mit Ausnahme der ächten Parasiten, gültig. Doch können wir zur Zeit noch nicht behaupten, dass die auf einen Moorboden angewiesenen Pflanzen nicht auch wesentlich der organischen Nahrung bedürfen. Die Ernährung durch unorganische Verbindungen

dungen gilt obnehin nur für die bewurzelte Pflanze und an dieser nur für die Wurzelzellen, alle anderen Zellen und die noch als Zweige, Knospen, Keime mit der Mutterpflanze in Verbindung stehenden Individuen leben ausschliesslich von schon mehr oder weniger assimilirten Stoffen.

§. 193.

Zur vollständigen Ernährung der Pflanze gehört aber nicht nur die Aufnahme der organischen Elemente und des mit stickstoffhaltigen Substanzen verbundenen Schwefels und Phosphors, sondern auch der unorganischen Salze, welche wir in ihnen finden. Bis jetzt kennen wir keine Pflanze (die Essigmutter ausgenommen), die nicht beim Verbrennen Asche hinterliesse und die Aschenbestandtheile müssen ebenfalls der Pflanze dargeboten werden. Man muss sie als wesentliche Nahrungsmittel ansehen, wenn wir ihre Bedeutung auch nur noch sehr wenig kennen. Wir können die Pflanzen oder Pflanzenorgane nach den vorherrschenden (über 50% betragenden) Aschenbestandtheilen nach *Liebig* in folgende 4 Gruppen theilen:

Alkalipflanzen: saftige, mehl- und zuckerhaltige Pflanzen.

Kalkpflanzen: Dikotyledonen, Blätter, Früchte und Stengel.

Rieselpflanzen: Monokotyledonen, Blätter und Stengel.

Phosphorsäurepflanzen: stickstoffreiche Pflanzen, Samen.

II. Aufnahme der Nahrungsstoffe und Ausscheidungen.

§. 194.

Wir haben hier zunächst, ohne Rücksicht auf ihre Bedeutung, alle Processe, die an der äussern Grenze der Pflanze vor sich gehen und durch welche Stoffe in die Pflanze hinein oder aus derselben hinausgeführt werden, in Betracht zu ziehen und zwar

1. Nach der Form der Stoffe.

Alle Stoffe, welche die Pflanze aufnehmen oder ausscheiden soll, müssen durch eine homogene mit Flüssigkeit getränkte Membran, die Zellenmembran, dringen, also in Wasser, als dem einzigen allgemeinen Lösungsmittel auflöslich seyn. Nur als Flüssigkeiten, Dünste oder Gasarten können Stoffe ein- und austreten. Unauflösliche Stoffe können

nie Nahrungsmittel der Pflanze werden, ohne erst durch einen chemischen Process ausserhalb der Pflanze zersetzt worden zu seyn.

2. *Nach der Form des Processes.*

§. 195.

Wir müssen den Process der Aufnahme und Ausscheidung in dreifacher Weise betrachten nach der Form des Stoffes.

1) Die Aufnahme und Ausscheidung tropfbar flüssiger Stoffe. Hierbei kommt Aufnahme und Ausscheidung durch Austausch und selbstständige Ausscheidung in Frage.

2) Die Aufnahme und Ausscheidung dunstförmiger Stoffe, die stets selbstständig erfolgen.

3) Die Aufnahme und Ausscheidung von Gasarten, die wieder sowohl durch Austausch, als isolirt auftreten.

Man kann diese drei Verhältnisse auch kurz als Ernährung, Transpiration und Athmungsprozess bezeichnen, nur darf man dabei durchaus nicht an die gleichbenannten Verhältnisse bei den Thieren denken.

§. 196.

Die Aufnahme von tropfbar flüssigen Stoffen geschieht wahrscheinlich meistens, wenn auch nicht immer, in Begleitung einer gleichzeitigen geringen Ausscheidung nach den Gesetzen der Endosmose.

In Bezug auf die Endosmose sind drei Verhältnisse der Pflanze zu den Mitteln, in welchen sie vegetirt, zu unterscheiden. Der einfachste und natürlichste Fall ist die Vegetation der Pflanze in Wasser oder vollkommen mit Wasser gesättigtem (Sumpf-) Boden. Hier sind die Zellwände unmittelbar mit der Flüssigkeit in Berührung und nehmen alle endosmotisch auf, sobald nicht ein eigenthümlicher Ueberzug sie dagegen schützt; dabei wird eine geringe chemische oder physikalische Differenz des Zelleninhalts von dem umgebenden Wasser genügen, den endosmotischen Process zu unterhalten.

Der zweite Fall ist der, wo die Zellen nur mit festen Stoffen in Berührung kommen, denen die Eigenschaft zukommt, Wasser zu absorbiren. Hier wird der Zelleninhalt schon eine bei weitem grössere Verschiedenheit von dem absorbirten Wasser haben müssen, weil die Kraft der endosmotischen Anziehung auch die Kraft, mit der das absorbirte

Wasser festgehalten wird, zu überwinden hat. Das allgemeinste und wichtigste Medium bilden hier die aus der Zerstörung vegetabilischer Substanzen hervorgegangnen kohlenstoffreichen Substanzen, die der Gärtner mit dem Collectivnamen Baumerde (Dammerde, *humus*) bezeichnet. Oft sind es auch unorganische, mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften begabte Substanzen. Wichtig wird hier ihre grössere oder geringere Kraft, mit der sie Wasser, Kohlensäure und Ammoniaksalze aus der Atmosphäre absorbiren und condensiren. In beiden Beziehungen geht die Baumerde allen andern Bestandtheilen vor. Eine besondere Aufgabe der Kultur ist: dem Boden, auf dem Pflanzen wachsen sollen, diese physikalischen Beschaffenheiten in möglichster Vollkommenheit mitzuthellen.

Der dritte Fall ist der, wo Pflanzen nur in der Luft vegetiren. Bis jetzt ist nur wahrscheinlich, nicht gewiss, dass dieser Fall wirklich vorkommt; nämlich für die Vegetation insbesondere der tropischen Orchideen. Hier scheint die Wurzelhülle die Dammerde zu ersetzen und aus der Luft die nöthigen Nahrungsstoffe zu absorbiren.

In allen diesen Fällen aber muss die Aufnahme der Stoffe, die durch Endosmose geschieht, immer mit einer, wenn auch nur geringen Ausscheidung verbunden seyn. Diese Ausscheidung trifft stets den endosmotisch wirkenden Zelleninhalt, also assimilirte Pflanzenstoffe; ein Vergleich mit Excrementen als Stoffen, die von der Pflanze abgenutzt seyn, ist hier völlig unanwendbar und durch keine irgend genauen Versuche gestützt.

§. 197.

Die Ausscheidungen tropfbarflüssiger Stoffe sind noch sehr wenig gründlich beobachtet, ich erwähne hier mehr nur beispielsweise folgende Verhältnisse:

1) Die Absonderung des tropfbarflüssigen Wassers aus Zellen, die von Wasser strotzen und nicht durch die Derbheit ihrer Wände oder durch einen äusseren Ueberzug vor dem Durchschwitzen des Wassers in bedeutenderer Menge geschützt sind, z. B. von den Drüsen in den Schläuchen der *Nepenthes*-Arten. Ob dieses Wasser in der That in tropfbarflüssiger Gestalt austritt, wissen wir zwar nicht, indess ist es wahrscheinlich; denn an anderen Stellen finden wir, dass das von solchen zartwandigen Zellengruppen ausgesonderte Wasser (scheinbar wenigstens) tropfbarflüssig ausgetreten seyn muss, indem es an den

Stellen, von denen es verdunstet, eine grössere Menge von Stoffen absetzt, als das nur als Dunst austretende Wasser möglicherweise hätte mit fortreissen können, z. B. den auskrystallisirten Zucker auf dem Spiegel der Fritillarien und auf den sonstigen Honigdrüsen, den kohlensauren Kalk auf den Randdrüsen der Blätter bei so vielen *Saxifraga*-Arten u. s. w.

2) Hierher gehören wahrscheinlich überhaupt alle Excretionen eigenthümlicher Stoffe an der Oberfläche der Pflanzen, z. B. die vielen klebrigen Säfte, nach denen wir eine Pflanze als *viscosus* bezeichnen.

3) Vielleicht hiermit zusammenhängend ist die allmälige Absonderung einer dickern oder dünnern Wachsschicht, der Reif (*pruina*) auf der Oberfläche vieler Pflanzen und Pflanzentheile, die man deshalb *pruinosa*, *glaucae* u. s. w. nennt. Nur allenfalls von dieser letzten Aussonderung können wir mit einiger Wahrscheinlichkeit eine Rückwirkung auf das Leben der übrigen Zellen und somit der ganzen Pflanze angeben, insofern dieser Ueberzug bei Flächen auch noch so thätiger Zellen die Fähigkeit zu transpiriren aufhebt.

4) Endlich ist hier noch die Ausscheidung der ätherischen Oele durch Verdunstung insbesondere von den Blattorganen und zumal in den Blüthenhüllen anzuführen.

§. 198.

Der zweite hier zu betrachtende Process ist die Transspiration. Von Pflanzentheilen, die einer Atmosphäre ausgesetzt sind, die nicht schon vollständig mit Wasserdünsten gesättigt ist, verdunstet fortwährend das Wasser. Dieser Process ist rein physikalisch und geht, wie es nach den Untersuchungen scheint, ununterbrochen nach Verhältniss der Trockenheit und Bewegung der Atmosphäre, sowie der Temperatur und der zur Ausdünstung geschickten Fläche vor sich. In letzterer Beziehung ist insbesondere zu bemerken, dass höchst wahrscheinlich die Epidermis dem verdunstenden Wasser keinen Durchgang gestattet, sondern nur dem von den Zellen in die benachbarten Intercellulargänge sich verbreitenden Wasserdunst durch die Spaltöffnungen auszutreten erlaubt, wenn diese nicht durch zu starke Verdunstung und dadurch bewirkte Erschlaffung (?) sich schliessen. Das auf diese Weise ausgehauchte Wasser ist natürlich niemals ganz rein, besonders enthält es stets eine

geringe Menge vegetabilischer Substanzen, die aber nicht näher analysirt sind.

Ausser dieser Verdunstung des Wassers findet bei sehr feuchter Atmosphäre und besonders bei Pflanzen, die vorher sehr ausgedünstet haben, auch eine Aufnahme von Feuchtigkeit durch die grünen Theile statt, indess sind die darüber angestellten Versuche noch viel zu wenig genau und zweckmässig, um hier eine mögliche Erklärung zu gestatten.

§. 199.

Endlich das Verhalten der Pflanzen zu den Gasen der Atmosphäre ist am wenigsten genau untersucht und bekannt. Folgende Processe können hier in Frage kommen.

1. Eine Flüssigkeit, die mit einem Gase in Berührung oder davon nur durch eine mit derselben Flüssigkeit getränkte Membran getrennt ist, absorbirt von dem Gase nach der specifischen Natur des Gases und der Flüssigkeit ein bestimmtes, immer gleiches Volumen von einer Dichtigkeit, die dem Drucke, unter welchem das Gas steht, entspricht. So absorbiren 100 Vol. Wasser bei 28" Barom. und 15° C, 6,5 Vol. O 4,2 Vol. N. 106,0 Vol. CO², 100 Vol. Zuckerwasser von 1,104 P. sp. absorbiren 72 Vol. CO², 100 Vol. Gummiwasser von 1,092 P. sp. 75 Vol. CO².

2. Wenn eine Flüssigkeit von einem Gas mehr enthält, als sie nach der Natur des Gases, der Flüssigkeit und dem Druck, unter welchem das Gas steht, aufgelöst zu erhalten vermag, so entweicht der Ueberschuss. Dabei ist es gleichgültig, ob die Flüssigkeit eine freie, oder mit einer von derselben Feuchtigkeit getränkten Membran bedeckte Oberfläche hat. Da nun Wasser nur 6,5 Volum. $\frac{1}{2}$ Sauerstoff und eine Auflösung von Gummi oder Zucker, denen der Zelleninhalt ähnlich ist, nur etwa 4,6 Vol. $\frac{1}{2}$ O aufgelöst erhalten kann, so muss Sauerstoff an der Oberfläche der Pflanze entweichen, wenn der Zellensaft mehr als die angegebene Menge Sauerstoff enthält.

3. Wenn eine Flüssigkeit mit freier oder von einer durch sie getränkten Membran bedeckten Oberfläche bei bestimmtem Drucke mit einer Gasart gesättigt ist, und sie dann bei demselben Drucke mit einer andern Gasart in Berührung kommt, so findet ein Austausch statt, es entweicht ein

Theil des früher absorbirten und ein Theil des freien Gases wird aufgenommen und zwar im Verhältniss zur Auflöslichkeit beider Gasarten.

4. Flüssigkeiten, die chemische Verwandtschaft zu bestimmten Gasarten haben, ziehen dieselben an, wenn sie mit ihnen durch eine freie Oberfläche oder durch eine mit derselben Flüssigkeit getränkte Membran in Berührung treten, so z. B. ätherische Oele absorbiren Sauerstoff um Harze zu bilden u. s. w.

5. Jeder feste Körper condensirt auf seiner Oberfläche Dünste und Gasarten, mehr noch, wenn er pulverförmig, am meisten wenn er fein porös ist. Am auffallendsten kommt dies Vermögen frisch ausgeglühter Holzkohle zu. 1 Vol. Buchsbaumkohle absorbirt 90 Vol. Ammoniakgas, 55 Vol. Schwefelwasserstoffgas, 35 Vol. Kohlensäuregas, 9,25 Vol. Sauerstoffgas 7,5 Vol. Stickgas. Humus steht in dieser Beziehung der Kohle am nächsten. Wasser treibt einen Theil des absorbirten Gases aus. In Bezug auf die das ganze Parenchym durchziehenden, durch die Spaltöffnungen mit der Atmosphäre communicirenden Intercellulargänge gleicht die Pflanze einem solchen porösen Körper.

§. 200.

Mit den angeführten Gesetzen haben wir dann folgende, mehr oder weniger gut beobachtete Erscheinungen im Pflanzenleben in Verbindung zu setzen.

1) Der keimende Same nimmt eine gewisse Menge Sauerstoff auf und entbindet eine grosse Menge Kohlensäure.

2) Nach der Periode des Keimens haucht die Pflanze bei Tages- und Sonnenlicht Sauerstoffgas aus, so weit ihre Oberfläche grüne Farbe zeigt, und nimmt Kohlensäure durch dieselben Theile auf. Bei Nacht ist der Prozess gerade umgekehrt, es wird Kohlensäure ausgehaucht, Sauerstoffgas aufgenommen.

3) Alle nicht grünen Theile, wie die Rinde des Stammes und die Wurzel nehmen Sauerstoffgas auf und hauchen Kohlensäuregas aus.

4) Die Staubfäden in den Blumen nehmen in sehr kurzer Zeit ausserordentlich viel Sauerstoffgas auf und hauchen dafür Kohlensäure aus.

5) Auch die saftigen Früchte endlich, in der Periode des sogenannten Nachreifens, nehmen Sauerstoffgas auf und scheiden Kohlensäure aus.

6) Fast alle Pflanzentheile nehmen unter Umständen etwas Stickstoff aus der Atmosphäre auf oder hauchen solchen aus.

7) Auch Wasserstoff wird ausgehaucht, wenigstens wissen wir das durch *Humboldt's* Beobachtungen von den Pilzen.

III. *Assimilation der Nahrungsstoffe.*

§. 201.

Das Wichtigste, was die Pflanze aufnimmt, ist Wasser mit Kohlensäure und kohlensaurem Ammoniak und bestimmte unorganische Salze. Alles dieses eignet sie sich aus dem Boden durch die Wurzelspitzen an. Sie erhält aber auch Kohlensäure aus der Luft durch die Blätter. In welchem Verhältnisse beide Aufnahmen zu einander und zum Nahrungsbedarf der Pflanze stehen, wissen wir nicht. — Die Transspiration und der Gasaustausch geschieht zunächst aus jeder Zelle in die nächste Luft, also bei ganzem Zellgewebe in die Intercellulargänge, von wo Gas und Wasserdunst durch die Spaltöffnungen entweichen.

Da die grösste Masse der Substanzen, welche die Pflanze bilden, weniger Sauerstoff enthält, als das, was die Pflanze aufnimmt, so muss nothwendig als Endresultat des Assimilationsprocesses die Entbindung von Sauerstoff hervortreten. Direct wird aber wahrscheinlich weder Kohlensäure noch Wasser zersetzt, sondern es bildet sich vielmehr eine grössere Reihe von verschiedenen Verbindungen, aus denen sich allmählig oder am Ende Sauerstoff ausscheidet. So z. B. scheint ein kleiner Theil des Sauerstoffs der grünen Pflanzentheile von einer Zersetzung des Amylums oder ähnlicher Stoffe in Wachs herzustammen. Auf jeden Fall steht die Aushauchung des Sauerstoffs und die Aufnahme gasförmiger Kohlensäure in gar keiner unmittelbaren Verknüpfung mit einander.

Die Kohlensäurebildung durch nicht grüne Pflanzentheile, durch Rinde des Stammes und Wurzel ist kein Lebensprocess, sondern ein beginnender Verwesungsprocess der Zellen. Die Kohlensäurebildung beim Keimen, beim Blühen beruht wie bei der Gährung auf der Zersetzung der organischen Substanz, dient also wohl dem Lebensprocess, jedoch ohne ein organischer Bildungsprocess zu seyn. — Aufnahme

von Sauerstoff endlich zur Oxydation abgeschiedener Stoffe, wie der ätherischen Oele, der Gerbsäure u. s. w., sind ebenfalls völlig unabhängig vom eigentlichen Leben der Pflanze.

IV. *Äussere Bedingungen der Nahrungsaufnahme und Assimilation.*

§. 202.

Als äussere Bedingungen der Nahrungsaufnahme und der Assimilation sind hier zu nennen:

1. Der Boden, in welchem die Pflanze wurzelt. Dieser bedarf ausser seinem chemischen Gehalt an unorganischen Nahrungsstoffen noch gewisser mechanischer und physikalischer Eigenschaften, um die Ernährung der Pflanze möglich zu machen, in welcher Beziehung insbesondere Thon und Humus als Gase und Dünste absorbirende Substanzen wichtig werden.

§. 203.

2) Für die Assimilation der aufgenommenen Nahrungsstoffe sind hauptsächlich Wärme, Licht und Electricität zu erwähnen. Ohne Wärme und Licht kann keiner der wichtigen in der Pflanze vorkommenden chemischen Processe vor sich gehen; Aehnliches mag von der Electricität gelten, aber es fehlt hier noch an allen sichern Thatsachen der Erfahrung.

V. *Bewegung der Säfte durch die Pflanze.*

§. 204.

Alle Pflanzen von den Moosen aufwärts vertheilen die aufgenommene Flüssigkeit, indem dieselbe endosmotisch von Zelle zu Zelle geht, durch die ganze Pflanze. Wo grössere Verdunstung, also grössere Concentration der Säfte, wo grössere chemische Thätigkeit, dadurch vielleicht Umwandlung dünnerer in dichtere Stoffe, da ist die grössere endosmotische Kraft, also auch der grössere Zustrom von Säften, daher im Allgemeinen zu allen grünen Theilen und zu allen Knospen. Diese Ver-

theilung oder Aufnahme ist gleichförmig bei allen eigentlichen Tropenpflanzen mit continuirlicher Vegetation; periodisch sich ändernd dagegen bei den Pflanzen der Klimate mit strengerm Wechsel der Jahreszeiten. An letzteren tritt ein Zeitpunkt ein, wo in Folge der meteorologischen Verhältnisse die chemische Thätigkeit und die Ausdünstung und in Folge dessen auch die Aufnahme und Vertheilung von Flüssigkeit fast ganz unterdrückt ist; beim Eintritt der bessern Jahreszeit tritt sie dann mit grosser Kraft von Neuem auf. Auf welche Weise zunächst die chemische Thätigkeit, die Verdunstung und somit die lebhaftere Aufnahme in der heissen Zone mit Eintritt des Regens, in der gemässigten mit Eintritt des Frühlings wieder angeregt wird, ist uns noch unbekannt; doch scheinen in der gemässigten Zone die Wärme, in der heissen die Feuchtigkeit den grössten Antheil daran zu haben, also die beiden Hauptbedingungen chemischer Processe. Selbst die Erscheinungen bei dieser Erneuerung der Lebensthätigkeit sind uns nur noch oberflächlich bekannt. Wir wissen nur so viel, dass eine grössere Menge Flüssigkeit mit grosser Kraft aufgenommen, dass die vorher abgelagerte Stärke zu Zucker und Gummi aufgelöst wird und dass demnächst die Entwicklung neuer Blätter und Knospen, bei perennirenden dikotyledonen Holzpflanzen auch die Bildung neuer Jahresringe erfolgt. Wie die einzelnen Zellen den von ihnen aufgenommenen Saft verarbeiten, ist nur sehr im Allgemeinen für jede Pflanzenart bestimmt. Am Lichte bilden sie viel Schleim, Chlorophyll und bittere Stoffe (Gerbsäure), vom Lichte abgeschlossen mehr Gummi, Stärke und Zucker. Bestimmte Stoffe werden auch von einer grösseren Menge von Zellen nach specifischer Verschiedenheit, und zwar als einfache Stoffe (ätherische Oele, fette Oele, Gummi, Gallerte), in Saftgängen und als der sehr verschiedenartig zusammengesetzte Milchsaft bald in Milchsaftgänge, bald in Milchsaftgefässe hinein abgesondert. Der Process dieser innern Ausscheidung ist noch unbekannt.

Endlich ist hier noch Folgendes zu erwähnen. Es werden nämlich an bestimmten Stellen der Pflanze alle Flüssigkeiten den Zellen (z. B. dem Marke, den Spiralgefässen) entzogen, oder es werden Zellen (Mutterzellen) und Zellenmassen (z. B. der Knospenkern) durch chemische Processe verflüssigt und diese Flüssigkeiten wieder in die allgemeine Säftemasse aufgenommen. Diesen Process, der noch völlig unaufgeklärt ist, nennt man *Aufsaugung (resorptio)*.

E. Fortpflanzung der Gewächse.

§. 205.

Vier Entstehungsweisen einer specifisch bestimmten Pflanze sind denkbar:

- 1) aus dem spontanen Zusammentreten rein organischer Stoffe unter specifisch bestimmter organischer Gestalt;
- 2) aus der spontanen Bildung einer specifisch bestimmten organischen Gestalt aus formlosen organischen Stoffen;
- 3) aus der Entwicklung einer von einer bestimmten Pflanzenart abgetrennten organisirten (zelligen) Bildung zu einer davon specifisch verschiedenen Pflanze;
- 4) aus der Entwicklung einer von einer bestimmten Pflanzenart abgetrennten organisirten (zelligen) Bildung (Keim im weitesten Sinne) zu einer Pflanze derselben Art.

Die ersten beiden, die sogenannte Urzeugung (*generatio originalia*, *spontanea*, *aequivoca* u. s. w.) begreifend, und die dritte finden, soweit Beobachtungen vorliegen, nicht statt. Die vierte ist die allein wirkliche.

§. 206.

Die Selbstständigkeit und Fortpflanzungsfähigkeit der Zelle ist die Grundlage für die Fortpflanzung der Gewächse. Dem Vermögen nach kann jede einzelne lebendig vegetirende (parenchymatische) Zelle (oder eine Gruppe solcher Zellen) aus dem Verband einer Pflanze heraustreten und neue Zellen bilden, die sich dann wieder demselben morphologischen Gesetze gemäss, welches für jene Pflanze galt, zu einer neuen Pflanze anordnen. Der Wirklichkeit nach sind aber die Bedingungen sehr verschieden, die stattfinden müssen, damit eine Zelle selbstständig werden und zur neuen Pflanze sich heranbilden kann. Danach erhalten wir denn verschiedene Arten der Fortpflanzung bei den Gewächsen, wozu noch eine besondere Art für die erste Abtheilung der Pflanzen (die Angiosporen) hinzukommt.

- 1) Bei den Angiosporen, Algen, Flechten und Pilzen giebt es keine morphologisch bestimmten Theile der Pflanze; der ganze specifische Bildungstrieb, aus dem sie hervorgehen, ist in jedem einzelnen Stück-

chen vollständig vorhanden und ausgedrückt. Diese Pflanzen können sich daher durch zufällige oder gesetzmässig vor sich gehende Theilung fortpflanzen. Jedes Stück wird zum neuen Individuum. Die zufällige Theilung findet gar häufig bei Flechten (durch Absterben und Zerstörung des Centrums) und bei Algen statt. Die gesetzmässige Theilung kenne ich bis jetzt nur bei dem Algengeschlecht *Spirogyra*.

2) Das aufgestellte allgemeine Gesetz beweisend kann unter dem Zusammentreffen uns noch unbekannter Begünstigungen in vielen Zellen eines lebendigen Parenchyms (eines Blattes) ein selbstständiger Entwicklungsprocess auftreten, woraus neue Pflanzen hervorgehen. Beobachtet wurde dies an *Malaxis paludosa*, *Ornithogalum thyrsoides*, *Ranunculus bulbosus*, *Scilla maritima*, *Eucomis regia*, *Hyacinthus orientalis*.

3) Sichtbar einfache lebendig vegetirende Zellen trennen sich aus dem Pflanzenverbande (die Staubbäufchen [*soredia*] bei den Flechten [Th. II, 48]), oder erheben sich über die Oberfläche der Pflanze, bilden sich zu einem kleinen, wenigzelligen Körper um und trennen sich dann von den Pflanzen (bei Lebermoosen und Moosen [Th. II. 57, 58, 67]). Aus diesen Zellen und zellenartigen Körperchen entwickelt sich dann frei eine neue Pflanze.

4) An bestimmten Stellen abfallender oder abgebrochener Blätter entwickeln sich in oder auf feuchter Erde oder im Wasser regelmässig Knospen, die nach allmäliger Zerstörung des Blattes zu selbstständigen Pflanzen werden; so an der Trennungsfläche der Blätter von *Echeveria*, *Crassula*, *Citrus* u. s. w., an kleinen Würzchen der Blätter von *Cardamine pratensis*.

5) Nach Verletzungen von Pflanzentheilen, z. B. der Blattnerven, des Stammes, oder nach eigenthümlichen innern, ähnliche Verhältnisse hervorrufenden Veranlassungen bilden sich an den Wundrändern oder jenen eigenthümlich veränderten Theilen die Nebenknospen in verschiedenen Formen, z. B. an den geknickten Blattnerven von *Gesneria*, an den Wundrändern der Baumstämme, an wulstigen Auftreibungen des Holzes (sogen. Masern) u. s. w., an der Trennungsfläche der knollenförmigen Wurzelspitze bei *Tropaeolum tricolorum*, *brachyceras*, *azureum*, *violae-florum*. Natürlich oder künstlich von der Mutterpflanze getrennt, bilden sich diese Knospen zu neuen Pflanzen aus.

6) An unbestimmten, selten an bestimmten Stellen der noch mit der

Pflanze in Verbindung stehenden Blätter entwickeln sich zuweilen Knospen, häufig Knollen in verschiedenen Formen, die nach Trennung des Blattes von der Pflanze zu selbstständigen Pflanzen heranwachsen; so bei *Bryophyllum calycinum* in den Kerben des Blattrandes, bei vielen Aroideen und Farnkräutern auf der oberen oder untern Fläche, besonders häufig in den Winkeln der Blattnerven.

7) In der Achsel der Keim- und Stengelblätter bilden sich gesetzmässig eine oder mehrere Knospen in ganz bestimmten Formen, die, von der Pflanze getrennt, zu neuen Individuen werden können.

8) Alle Pflanzen bilden in morphologisch bestimmten Organen auf gesetzmässige Weise Zellen, welche ausschliesslich nur dazu bestimmt sind, zu neuen, selbstständigen Individuen zu werden, indem sie sich nach den drei Formen des Entwicklungsprocesses bei Kryptogamen, Rhizocarpeen und Phanerogamen ausbilden, = Fortpflanzungszellen (Sporen und Pollenkörner).

Die vorstehenden acht Fortpflanzungsarten lassen sich auf vier Classen zurückführen. 1) Die nur den Angiosporen zukommende Fortpflanzung durch beliebige Theilung (1). 2) Die bei den Angiosporen und wurzellosen Gymnosporen vorkommende Fortpflanzung durch einzelne Parenchymzellen (3). 3) Die den Gymnosporen allein zukommende Bildung von Knospen (2, 4—7. Th. II, §. 134 ff.). 4) Die allen Pflanzen zukommende Bildung von Fortpflanzungszellen (8).

§. 207.

Jeder specifische Bildungstrieb, insbesondere in der organischen Welt, gestattet die Möglichkeit, dass einige Merkmale der unter den Artbegriff fallenden Einzelwesen, die wir eben deshalb als unwesentliche Merkmale bezeichnen, innerhalb gewisser Grenzen veränderlich seyen. Die endliche Entscheidung über Wesentlichkeit und Unwesentlichkeit der Merkmale lässt sich aber erst dann geben, wenn uns die Construction aller Gestaltungsprocesse gelungen seyn wird. Man hat bisher geglaubt aussprechen zu können, dass die regelmässige Fortpflanzung nur die wesentlichen Merkmale wieder hervorbringe, die unregelmässige dagegen auch die unwesentlichen. Das ist im Allgemeinen falsch. Es kommt hier auf die Eigenheiten der einzelnen Pflanzen an, in wie weit diese in ihren Merkmalen überhaupt veränderlich sind und in wie fern

sie Neigung haben, auch unwesentliche Merkmale durch Fortpflanzung auf die neuen Individuen zu übertragen. Abgesehen davon, lässt sich die allgemeine Regel nur so aussprechen: je länger und je inniger das sich neu bildende Individuum mit der Mutterpflanze vereinigt war, um so mehr wird der ihm eingeprägte Bildungstrieb auf Hervorbringung ganz gleicher, auch unwesentlicher Merkmale gerichtet seyn. Daraus ergiebt sich für die verschiedenen Arten der Vermehrung die Folgerung, dass unter übrigens gleichen Umständen die Theilung und die Knospenbildung Individuen geben müssen, die der Mutterpflanze am meisten in allen Merkmalen gleichkommen; Knospen um so gleichere, je weiter sie sich noch in organischer Verbindung mit der Mutterpflanze entwickelt haben, endlich die regelmässige Fortpflanzung um so gleichere Individuen, je weiter die Ausbildung des Embryo unter dem Einflusse der Mutterpflanze fortgeschritten ist.

Endlich ist für die Phanerogamen, Rhizocarpeen und mit einer Wurzel versehenen Agamen noch zu bemerken, dass die Knospe als von einer Seite organisch mit der Mutterpflanze verbunden niemals eine ächte Wurzel, sondern nur Nebenwurzeln entwickeln kann.

§. 208.

Der aufgeführten verschiedenen Arten der Fortpflanzung bedient sich die Natur in der That, um die Individuenzahl der Pflanzen zu vermehren. Bei manchen Pflanzen treten sie immer ein, bei andern werden sie nur durch ausserordentliche äussere Einwirkungen herbeigeführt und sind daher seltener. Es giebt insbesondere viele Pflanzen, welche eine Menge von Knospen in verschiedenen Formen hervorbringen (vgl. §. 136, 2), die dann durch Absterben der Mutterpflanze, oder der sie verbindenden Stengelglieder isolirt werden. Man pflegt sie poliferirende Pflanzen zu nennen.

Auf die Knospenbildung insbesondere hat man aber auch mehrere Gartenoperationen gegründet, die theils die Vermehrung, theils die Erhaltung und Umänderung der Pflanzen zu gewissen Zwecken beabsichtigen.

Sehr allgemein benutzt man die Bildung der Knospen aus Blättern und die natürliche Knospenbildung zur Vermehrung der Pflanzen. In letzterer Beziehung macht man Absenker, indem man schon zum

Zweig entwickelte Knospen noch in Verbindung mit der Mutterpflanze Nebenwurzeln treiben lässt und dann abschneidet, oder Stecklinge, indem man den Zweig gleich abschneidet und dann zum Nebenwurzeltreiben bringt.

Zur Erreichung besonderer Kulturzwecke überträgt man Knospen von einem Individuum auf ein anderes. Die Operation beruht wesentlich darauf, dass man das blossgelegte, lebendig vegetirende und gleichnamige Zellgewebe beider rasch in enge Berührung bringt und dann auf verschiedene Weise gegen äussere Schädlichkeiten schützt, bis die beiden Wundflächen mit einander verwachsen sind. So überträgt man Knospen (oculiren, impfen, äugeln), die mit einem Rindenstück abgelöst werden (Augen), oder junge Zweige (propfen), die unten verschiedenartig zugeschnitten sind (Propfreiser) auf einen Stamm (Subject), erstere unter eine gelöste Rindenportion einschiebend, letztere zwischen Rinde und Holz einschiebend oder mit dem anpassend zugeschnittenen Stamm zusammenfügend. Oder man verbindet durch Vereinigung passender Schnittflächen den Zweig einer Pflanze mit dem einer andern und trennt ihn erst dann von der Mutterpflanze, wenn er mit der zweiten verwachsen ist (absäugen oder ablactiren).

§. 209.

Eigenthümliche Verhältnisse zeigen sich endlich noch bei der Fähigkeit der Gewächse zur regelmässigen Fortpflanzung. Jede einfache Pflanze im strengsten Sinne des Wortes ist nur einmal fortpflanzungsfähig; mit der Umbildung ihrer Terminalknospe zu Fortpflanzungsorganen ist ihr Leben beschlossen. Aber auch der grösste Theil der einfachen Pflanzen im weitern Sinne, deren Axillarknospen ausschliesslich Blüthentheile bilden, ist nur einmal fortpflanzungsfähig; die Pflanze wird durch die Fortpflanzung so erschöpft, dass sie abstirbt (die sogenannte ein- und zweijährige Pflanze, *plantae monocarpicae*). Seltener bleibt sie lebendig und indem sie durch die Terminalknospe sich fortentwickelt, kann sie auf's Neue Fortpflanzungsorgane hervorbringen, z. B. Ananas. An der zusammengesetzten Pflanze gilt dasselbe für die einzelnen Individuen, aus denen sie besteht. Hier tritt aber ein höchst merkwürdiges Verhältniss ein, dass nämlich bei gar vielen perennirenden Pflanzen das aus dem Samen entstandene Individuum völlig unfähig ist, sich durch Samen fortzupflanzen,

und dass erst die aus Knospen hervorgegangenen Individuen zuweilen in der zehnten und mehrfachen Generation die Fähigkeit erlangen, Fortpflanzungsorgane hervorzubringen.

F. Tod der ganzen Pflanze.

§. 210.

Bei der Selbstständigkeit des Elementarorgans besteht das Leben der ganzen Pflanze als solcher nur in der morphologischen Verknüpfung der Zellen und, da die Pflanze nie alle ihre Organe vollständig gleichzeitig besitzt, in ihrer Entwicklungsgeschichte. Sie ist also als Pflanze todt, sobald sie nicht mehr die Möglichkeit individueller Entwicklung hat. Unterscheiden wir hier zwischen einfacher Pflanze und zusammengesetzter Pflanze (vergl. §. 66), so finden wir nur bei einem kleinen Theile der einfachen Pflanzen einen Abschluss ihrer Entwicklungsgeschichte und somit ihren Tod in ihrer Natur selbst bedingt, nämlich bei der einfachen Pflanze, die ihre Terminalknospe zu Fortpflanzungsorganen umbildet. Bei einigen andern scheint auch ohne eine solche Ausbildung der Terminalknospe durch die Entwicklung aller Axillarknospen zu Fortpflanzungsorganen, Blüthen und Blüthenständen die vegetative Kraft der Pflanze erschöpft zu werden, auf welche Weise wissen wir aber nicht. Für alle zusammengesetzten Pflanzen und selbst für einen grossen Theil der einfachen findet ein eigenes Verhältniss statt, indem zwar die einfache Pflanze als solche abstirbt, aber in einem Theile, der freilich sich nicht mehr zu Organen entwickeln kann, fortlebt. Dieser fortlebende Theil unterhält dann auf eigenthümliche Weise eine lebendige Verbindung unter den neuen Individuen (einfachen Pflanzen), die durch Knospenbildung aus dem ersten Individuum hervorgingen. In diesem eigenthümlichen Zustande sind alle durch Rhizome und Stämme perennirenden Pflanzen. Völlig einfache Pflanzen, die, nachdem sie ihre regelmässige Entwicklung vollendet haben, ganz absterben, giebt es nur äusserst wenige. Die zusammengesetzte Pflanze als solche hat durchaus keinen in ihrer Organisation nothwendig bedingten Abschluss ihres Lebens, den man Tod in der angegebenen Bedeutung nennen könnte.

Zweiter Abschnitt.*Specielle Erscheinungen im Leben der ganzen Pflanze.***A. Wärmeentwicklung.****§. 211.**

Die Temperatur der lebenden Pflanze ist fast niemals übereinstimmend mit der der umgebenden Atmosphäre. Folgende drei Verhältnisse sind bis jetzt beobachtet.

A. Keimende Samen (der Phanerogamen) entwickeln eine Wärme, welche die der Umgebung bedeutend übersteigt. Die Ursache ist hier höchst wahrscheinlich der Verbrennungsprocess in der Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Zersetzung der assimilirten Stoffe, Stärke, Oel u. s. w.

B. Bäume unseres Klima zeigen in ihrem Innern eine veränderliche Temperatur, die im Winter höher, im Sommer niedriger als die der umgebenden Atmosphäre ist. In ihren Veränderungen folgt sie stets sehr genau den Veränderungen der Atmosphäre im Steigen und Fallen; bei lange anhaltenden hohen oder niedrigen Temperaturen der Atmosphäre nähert sie sich denselben immer mehr, ohne sie ganz zu erreichen. Als Grund dieser Erscheinung kann man mit höchster Wahrscheinlichkeit den Gang der Erdtemperatur in der Tiefe, in der sich die Wurzeln ausbreiten, angeben; von dort wird die Temperatur theils durch den aufsteigenden Saft, theils durch das grosse Leitungsvermögen des Holzes seiner Länge nach dem Stamme mitgetheilt und hier theils durch die schlechte Leitungsfähigkeit des Holzes der Quere nach, theils durch die Bekleidung mit Rinde, einem sehr schlechten Wärmeleiter, geschützt und erhalten.

C. Während der Blüthezeit entwickeln die Aroideen (bei denen durch die Menge der neben einander stehenden Blüthen die Wirkung leichter zu erkennen ist) eine die Temperatur der umgebenden Atmosphäre bedeutend übersteigende Wärme. Auch hier ist der Grund in der hier stattfindenden bedeutenden Kohlensäurebildung (Verbrennungsprocess) zu suchen, welcher insbesondere von den Staubfäden unterhalten wird.

B. *Lichtentwicklung.*

§. 212.

Man findet gar viel vom Leuchten der Pflanzen geschrieben; sondert man alle entschiedenen Fabeln und Täuschungen aus, so bleiben nur wenige Thatsachen stehen.

Nach *A. v. Humboldt* leuchten die weisslichen Spitzen des schwarzen, noch räthselhaften Pilzes (?), *Rhizomorpha subterranea*, mit eigenem phosphorischen Lichte. Aehnliche Beobachtungen an einer Alge (?), *Oscillatoria*, machte *Meyen*.

Absterbende Pilze, absterbendes Holz und andere Pflanzentheile leuchten bekanntlich unter gewissen Umständen.

In diesen beiden Fällen lässt sich, wie es scheint, die leuchtende Materie, ein gallertartiger Stoff, abstreifen, und das Leuchten rührt wahrscheinlich von einem langsamen Verbrennungsprocess auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs her.

Linné's Tochter beobachtete zuerst ein blitzähnliches Leuchten in schwüler Gewitternacht an *Tropaeolum majus*, später wurde diese Beobachtung an derselben und an vielen andern, meist goldgelben und orangefarbenen Blumen bestätigt. Jeder Erklärungsversuch ist hier noch unmöglich.

C. *Bewegungen der Pflanzentheile.*

§. 213.

Man muss zwei Arten von Bewegungen der Pflanzentheile unterscheiden; 1) die, welche an todtten Pflanzentheilen durch den Wechsel des feuchten und trockenen Zustandes hervorgebracht werden (§. 214); 2) die, welche auf noch unbekannte Weise durch Veränderungen im völlig lebendigen Zellgewebe entstehen (§. 215).

Eine dritte Art von sogenannten Bewegungen gehört nicht hierher, sondern ist ein Wachstumsphänomen, welches die Richtung gewisser Theile bestimmt, nämlich die eigenthümliche Form der Ranken und das Wachsen der Schlingpflanzen.

Endlich sind noch einige **Bewegungen** zu erwähnen, welche ganze Pflanzen zeigen sollen, nämlich die **Oscillatorien** und einige andere sogenannte **niedere Algen** (§. 215).

§. 214.

Die ersten Bewegungen können wir entweder schon vollkommen erklären oder, wo das nicht möglich ist, liegt es doch nur an der ungenauen Kenntniss der Structurverhältnisse und sonstigen zu berücksichtigenden Elemente, indem die Ursachen, immer dieselben bleibend, uns bekannt sind. Alle hierher gehörenden Erscheinungen finden an Pflanzentheilen statt, deren Elementartheile schon todt oder doch im Absterben begriffen sind; alle aber haben noch Bedeutung für das ganze Leben der Pflanze, alle endlich beziehen sich näher oder entfernter auf die Fortpflanzung, indem sie Ortsveränderungen der Fortpflanzungszellen (Sporen oder Pollenkörner) oder der Samen möglich machen oder veranlassen. Wir finden derartige Erscheinungen fast in allen Pflanzengruppen. Hierher gehört das klappenartige Aufspringen der *Gestrum*-Arten und einiger andern Pilze, das Oeffnen der Sporenfrüchte, die Bewegungen der Zähne und der Seta bei den Moosen, das Aufspringen der Sporenfrucht bei den Lebermoosen, das Aufreissen der Sporenfrüchte bei Farnkräutern, Lycopodien und Equisetaceen, bei Phanerogamen das Aufspringen der Staubbeutel, der Kapseln, das Ablösen einiger Theilfrüchte bei Euphorbiaceen, Umbelliferen und Geraniaceen und das Aufreissen einiger Steinbeeren, z. B. der Mandeln.

Die Ursachen liegen 1) in der allgemeinen Eigenschaft der vegetabilischen Membran, beim Eintrocknen sich zusammenzuziehen, und zwar bei gleicher chemischer Natur um so mehr, je dünner die Membran ist, bei Verschiedenheit des Stoffes um so mehr, je näher er in seinen Eigenschaften der Gallerte steht; — 2) in der (wenn auch geringen) Elasticität der vegetabilischen Membran, die von Flüssigkeiten erfüllt in gespanntem Zustande ist und, wenn die Flüssigkeiten entweichen, sich wieder zusammenzieht; — 3) in der Zusammenziehung einer dünnwandigen, mit Flüssigkeit erfüllten Zelle, wenn die Flüssigkeit entweicht und gar nicht oder nicht vollständig durch Luft ersetzt wird. Diese Ursachen bewirken die genannten Bewegungen, indem die verschiedene Structur und Natur der Zellen an einem und demselben Pflanzentheile eine un-

gleiche **Zusammenziehung** und daher eine **Biegung oder Drehung** veranlasst.

§. 215.

Die zweite Art von Bewegungen zeigt sich an lebendigen, kräftig vegetirenden Pflanzentheilen und beruht vielleicht auf der Vertheilung der Säfte und der elastischen Spannung der einzelnen Zellenmembranen. Doch sind uns bis jetzt die Thatsachen selbst noch zu oberflächlich bekannt, um an eine Erklärung denken zu können. Man kann hier folgende Unterarten der Bewegungen unterscheiden:

A. Bewegungen, die offenbar von äusseren Einwirkungen abhängen, und zwar

a) Periodische.

Bei vielen Pflanzen bemerken wir, dass die **Blattorgane**, sowohl **Stengel- als Blumenblätter**, bei Nacht eine andere Richtung annehmen, als bei Tage, und dass oft sogar schon die Heiterkeit oder Trübung des Himmels diese Erscheinungen hervorruft. Man nennt dieselben seit *Linné* den Schlaf der Pflanzen. Im Allgemeinen kann man vielleicht als Regel aussprechen, dass die Pflanzentheile bei Abwesenheit des Lichts möglichst zu der Lage zurückkehren, welche sie im Knospenzustande hatten, und dass diese Lage um so genauer angenommen wird, je jünger und zarter gebildet das Blatt ist; bei älteren und derberen sind die Abweichungen zwischen Nacht und Tag geringer, bei perennirenden und lederartigen Blättern fallen sie ganz weg. Am auffallendsten sind die Erscheinungen an den zusammengesetztesten Blättern der Leguminosen und Oxalideen.

Ähnliche Bewegungen zeigen sich an einigen Blütenstielen, die sich Nachts so krümmen, dass die Blume dem Boden zugewendet wird, z. B. *Euphorbia* sp., *Ranunculus polyanthemos*, *Draba verna*, *Verbascum blattaria*.

Einige wenige Blumenblätter verlassen, im Gegensatze damit, erst bei Eintritt der Nacht ihren Knospenzustand und kehren bei Tage wieder zu ihm zurück, z. B. *Mesembryanthemum noctiflorum*.

b) Nicht periodische.

Ganz ähnliche Bewegungen wie die, welche beim Wechsel von Tag und Nacht allmähig eintreten, zeigen die Blätter einiger Pflanzen

plötzlich, oder doch sehr viel rascher, sobald irgend eine äussere chemische oder mechanische Einwirkung auf dieselben stattfindet. Folgendes sind ziemlich alle Pflanzen, an denen man diese Erscheinungen beobachtet hat:

Mimosa pudica L., *M. sensitiva* L., *M. casta* L., *M. viva* L., *M. asperata* L., *M. quadrivalvis* L., *M. pernambucana* L., *M. pigra* L., *M. humilis* Humb., *M. pellita* Humb., *M. dormiens* Humb.

Aeschynomene sensitiva L., *A. indica* L., *A. pumila* L.

Smithia sensitiva Ait.

Desmanthus stolonifer De C., *D. triqueter* De C., *D. lacustris* De C.

Oxalis sensitiva L.

Averrhoa carambola L., *A. bilimbi* L.

Eigenthümlich scheint die Bewegung des von einem geflügelten Blattstiel getragenen Blattes von *Dionaea muscipula* Ellis. Das Blatt ist gewimpert und auf der obern Fläche mit steifen Haaren besetzt. Bei einer Berührung dieser Fläche, z. B. durch ein Insect, klappt das Blatt längs dem Mittelnerven zusammen und die Wimpern greifen in einander, so dass der berührende Gegenstand eingeschlossen und mit ziemlicher Kraft festgehalten wird, so lange die Bewegung desselben fort-dauert. Hört diese auf, so breitet sich das Blatt langsam wieder aus. Auf diese Weise bleiben unruhige Insecten so lange gefangen, bis sie todt sind.

Ferner zeigen die Fortpflanzungsorgane einiger Phanerogamen in Folge von äusseren Einwirkungen eine plötzliche Bewegung, welche die Versetzung des Pollens auf die Narbe veranlasst oder erleichtert. Beispielsweise nenne ich hier die Staubfäden von *Berberis vulgaris*, *Parietaria judaica*, den Staubweg von *Stylidium adnatum*, *graminifolium*, *Goldfussia anisophylla* u. s. w. Auch hier tritt die Bewegung ohne äussere Veranlassung ebenfalls, obwohl nicht so rasch ein.

B. Scheinbar nicht von äusseren Einwirkungen abhängige Bewegungen, und zwar

a) Periodische.

Diese zeigen sich nur an einigen tropischen *Hedysarum*-Arten, namentlich *H. gyrans* L. und *gyroides* Roxb. Die Bewegung der ersten Pflanze ist am genauesten bekannt, und zwar eine doppelte. Das zusammengesetzte Blatt besteht hier aus einen paar kleinen seitlichen Fie-

derblättchen und einem grossen Endblatte. Dies letztere und der gemeinschaftliche Blattstiel bewegen sich auf und nieder nach der verschiedenen Intensität des Lichtes, und besonders ist das Endblatt in seinen Stellungsveränderungen das feinste Photometer. Diese Bewegungen entsprechen offenbar den unter *A. a.* angeführten. Die beiden Seitenblättchen sind aber in einer beständigen schwingenden Bewegung, indem jedes Blättchen mit seiner Spitze einen kleinen Kreis beschreibt, aber so, dass die Axen beider Blättchen stets in einer geraden Linie bleiben. Diese Bewegung ist ganz unabhängig von Licht, von Tag und Nacht, und wird nur beschleunigt durch Wärme und üppiges Vegetiren der ganzen Pflanze. Von einer Erklärung kann hier auch nicht im allerentferntesten die Rede seyn.

b) Nicht periodische.

Solche Bewegungen finden bei den meisten Phanerogamen zum Behuf der Uebertragung des Pollens auf die Narbe statt, indem sich Staubfaden und Narbe einander nähern, dadurch dass bald der eine, bald der andere Theil, bald beide ihre Stellung verändern. Bei vielen Pflanzen legen sich auch die Staubfäden wiederum in eine andere Lage, nachdem sie den Pollen ausgestreut haben. Auch diese Bewegungen können ihre Erklärungen erst zugleich mit den übrigen erwarten.

§. 216.

Höchst auffallend sind die Erscheinungen, welche die Oscillatorien, eine kleine Algengattung, zeigen. Sie erscheinen als kurze Fäden, aus mehr breiten als langen cylindrischen Zellen an einander gereiht, erfüllt mit grünem Stoff und verschiedenartigem, theils flüssigem, theils granulösem Inhalt. Die Spitze jedes Fadens ist etwas verjüngt und abgerundet, häufig wasserhell und farblos. So lange sie lebhaft vegetiren, zeigen diese Fäden eine dreifache Bewegung, eine abwechselnde geringere Krümmung des vordern Endes, ein halb pendelartiges, halb elastisches Hin- undherbiegen der vordern Hälfte, und ein allmähliges Vorrücken. Diese Bewegungen beobachtet man oft alle zugleich, oft einzeln. Die Ursachen sind völlig unerforscht.

Zweites Capitel.

Specielle Organologie.

§. 217.

Die specielle Organologie hat die Aufgabe, die Functionen der einzelnen Organe der Pflanzen zu entwickeln. Grösstentheils ist hier nur übersichtlich noch einmal zusammenzustellen, was schon an andern Orten des Buchs vorgekommen. Das Ergebniss des Ganzen wird seyn, dass mit Ausnahme der Fortpflanzungsorgane, die Pflanze gar keine physiologisch bestimmten Organe, die nur einer bestimmten Function vorständen, besitzt. Vieles ist hier freilich noch mangelhaft, und insbesondere für die Angiosporen fehlen uns hier fast alle Beobachtungen.

Die beste Vertheilung des Stoffes wird seyn, die Fortpflanzungsorgane und die übrigen (als Vegetationsorgane) abgesondert zu betrachten, bei ersteren in Kryptogamen und Phanerogamen, einschliesslich der Rhizocarpeen, bei letzteren in Angiosporen und Gymnospermen abzutheilen.

A. *Vegetationsorgane.*a) *Angiosporen.*

§. 218.

Da bei der ganzen Gruppe der Angiosporen eigentlich an keine Organe zu denken ist, so kommen hier nur die Gewebe und Elementartheile in Frage; nur für die Haftorgane kann man ihre Bestimmung zur Befestigung der Pflanze an einen bestimmten Ort angeben; die meisten wachsen aber auch losgerissen fort. Die ganze äussere Oberfläche ist hier bestimmt, Nahrungsflüssigkeit aufzunehmen; das ist Alles, was wir von diesen Pflanzen wissen. Bei den Flechten können die grünen, runden Zellen unter der Rindenschicht hervortreten und verstreut zu neuen Pflanzen werden; wahrscheinlich ist Aehnliches bei den andern Ordnungen nur noch nicht beobachtet.

b) *Gymnosporen*.

§. 219.

Blatt und Axe als Grundorgane haben keine bestimmte physiologische Function, wenn man die ausnimmt, die ihnen in ihrer Umwandlung zu Fortpflanzungsorganen zukommt. Da die Axe aber das ursprünglich alle Theile Verbindende und allein das Dauernde, das Blatt dagegen das spätere Abhängige, Abgeschlossene und Vergängliche ist, so kann man sagen, dass erstern vorzugsweise die Function der Vertheilung der Säfte zukomme, denn durch sie müssen alle Strömungen gehen. Durch das Blatt dagegen gehen vorzugsweise die Ausscheidungsprocesse vor sich.

§. 220.

Den verschiedenen Erscheinungsweisen der Axe kann man durchaus keine wesentlich verschiedenen Functionen beilegen. Was zunächst den Unterschied ihrer beiden Pole, der Wurzel und der Axe, im engeren Sinne betrifft, so ist die erstere häufig Haftorgan, welches die Pflanze an einen bestimmten Ort befestigt und da, wo sie hauptsächlich mit flüssigen Stoffen in Berührung kommt, dient sie auch insbesondere der Aufnahme von Nahrung; zugleich ist sie ausscheidendes Organ, und perennirend dient sie durch Knospenbildung der Fortpflanzung. Dass keine dieser Functionen wesentlich und ausschliesslich an sie geknüpft sey, beweist ihr gesetzmässiges Fehlen bei den Moosen und Lebermoosen, und der unentwickelte und zu allen Functionen untaugliche Zustand, in welchem sie bei so vielen andern Pflanzen verharret, z. B. viele Gräser, *Nelumbium* u. s. w., endlich ihr frühes Absterben bei andern, z. B. bei Farnkräutern, Palmen, *Cuscuta* u. s. w. Nicht bei allen genannten Pflanzen wird sie durch Nebenwurzeln ersetzt, die die genannten Functionen ganz oder theilweise übernehmen könnten; so bleibt z. B. *Ceratophyllum* in jeder Beziehung völlig wurzellos.

An der Axe im engeren Sinne kann man nur nach den anatomischen Systemen, nicht nach der Umänderung zu verschiedenen (morphologischen) Organen die Functionen vertheilen. Die Gefässbündel, wo sie vorhanden sind, dienen in ihren jüngsten Theilen (dem Cambium) der Saftbewegung, in ihren älteren Theilen nur mechanisch als steifer, fester Halt (als Skelet) der Pflanze. Das Parenchym assimilirt, bildet alle

eigenthümlichen Stoffe, die in der Pflanze vorkommen; mit seinen äussern Theilen (Rinde und Epidermis) dient es der Aufnahme von Nahrungsflüssigkeit und somit auch der Ausscheidung bei den untergetauchten Pflanzen, der Respiration und Transpiration bei den der Luft ausgesetzten Theilen und Pflanzen. Im spätern Zustande, nach eingetretener Kork- und Borkenbildung, dient die Rinde als schlechter Wärmeleiter auch zur Erhaltung der Wärme im Innern der Pflanze. Endlich ist die Axe wegen der häufigen regelmässigen und unregelmässigen Knospenbildung ein wichtiges Organ der Fortpflanzung. In eigenthümlichen Formen als Ranke, oder bei den Schlingpflanzen wird auch die Axe Haftorgan.

§. 221.

Die Blätter, meistens sehr unabhängig von einander, zeigen hinsichtlich der in ihnen vorgehenden chemischen Processe grosse Verschiedenheiten, z. B. Stengelblätter und Blumenblätter. Die Stengelblätter sind häufig als diejenigen Pflanzentheile, die an der Luft die grösste Fläche ausbreiten, vorzugsweise die Organe der Respiration und Transpiration, so wie mannigfacher Ausscheidungen. Bei den unter Wasser wachsenden Pflanzen dienen sie der Aufnahme flüssiger Nahrungsmittel. Durch ihre Knospenbildung werden sie Fortpflanzungsorgane. Die Blätter in der Nähe der Befruchtungstheile zeigen gar oft eine sehr kümmerliche Vegetation, leicht sterben sie ganz (z. B. der Pappus, die Bracteen und Bracteolen der Paronychien und ähnliche Erscheinungen) oder doch grossentheils ab (z. B. die vielen weissen Blüthentheile), oder sind in sofern todt, als ihre Zellen von einzelnen oder wenigen und zur Unterhaltung eines chemischen Processes nicht geeigneten Stoffen ganz erfüllt sind (wie die meisten farbigen Deckblätter und Blüthentheile). Nur Kelch- und Fruchtblätter zeigen in der Regel eine lebhaftere, von der der Stengelblätter nicht verschiedene Vegetation.

Allen Blättern ohne Ausnahme kommt noch die Function zu, in ihrem früheren Zustande durch festes Zusammenschliessen zur Knospe die zarten, sich neu bildenden Theile gegen die Einwirkungen der austrocknenden Luft und der leicht Fäulniss bewirkenden übermässigen Nässe des Regens zu schützen, bis die Entwicklung ihres Oberhautsystems dieselben fähig macht, selbst diesen Schädlichkeiten trotzen zu können. Diese letztere Bedeutung scheint insbesondere für die Blüthendecken die

einzig wesentliche zu seyn, und man kann, sobald die Blume sich geöffnet hat, bei den meisten die Blüthendecken entfernen, ohne der Ausbildung des Samens und der Frucht im Geringsten Abbruch zu thun, wenn sie nicht etwa auch jetzt noch dazu dienen, die zarten Fortpflanzungsorgane gegen Regen u. s. w. zu schützen, oder wenn man nur der nach ihrer Entfernung vielleicht unmöglich gewordenen Uebertragung des Pollens auf die Narbe durch Insecten eine künstliche Uebertragung substituirt. In bestimmten Formen als Ranken sind die Blätter auch Haftorgane.

B. Fortpflanzungsorgane.

a) Kryptogamen.

§. 222.

Bei den Angiosporen finden wir nur die Sporangien, denen wir als Mutterzellen der Sporen eine bestimmte Function, nämlich eben diese zu bilden, zuschreiben können. Ueber die Bedeutung der übrigen Theile der Sporenfrüchte wissen wir nichts, und es ist auch höchst unwahrscheinlich, dass ihnen eine andere als morphologische Bedeutung beizulegen ist. Was von den sogenannten Antheren der Pilze zu halten, ist schon früher (S. 41) erörtert worden.

Bei den kryptogamischen Gymnosporen sind es ebenfalls die Mutterzellen der Sporen, welche als solche eine wichtige Function ausüben. Die Sporenfrüchte dienen nur zu Behältern der Sporen und um durch ihre hygroskopischen Eigenschaften das Ausstreuen der Sporen zu erleichtern und zu regeln. Von den Antheridien ist so viel gewiss, dass bis jetzt auch nicht eine einzige Thatsache existirt, welche auch nur entfernt darauf hindeutete, dass sie in irgend einer Beziehung zum Fortpflanzungsgeschäft ständen. Alles bisher darüber Vorgebrachte ist eine nur nach entschieden falschen Analogien ausgesponnene Phantasie.

Insbesondere ist nur noch zu bemerken, dass wir völlig im Dunkeln darüber sind, welche eigenthümliche Bedeutung für die Entwicklung der Spore etwa die äussere Sporenhaut haben könne; möglich ist, dass sie hauptsächlich dazu bestimmt ist, durch ihre Unzerstörbarkeit die zarte Sporenzelle gegen schädliche Einwirkungen, zumal gegen übermässige

Feuchtigkeit, zu schützen, bis diese selbst nach wieder begonnener Entwicklungsthätigkeit im Stande ist, das Fremde zu assimiliren.

b) *Phanerogamen.*

§. 223.

In den Antheren bilden die Mutterzellen den Pollen, bei dem wir der oft in zierlichem Formenreichthum sich entwickelnden äussern Haut keine andere Bedeutung beilegen können, als am Ende des vorigen Paragraphen für die Sporen entwickelt. Die als ächte Nectarien, das heisst als süsse Säfte absondernde Flächen oder Organe, sich zeigenden Bildungen stehen mit der Fortpflanzung in keinem nur irgend zu errathenden organischen Zusammenhange, wohl aber dienen sie dazu, die Insecten, denen so häufig die Uebertragung des Pollen auf die Narbe anheimgestellt ist, anzuziehen.

Die Samenknospe ist dazu bestimmt, den Pollenschlauch aufzunehmen. Sie wird von dem Fruchtknoten, der ihr zugleich den Pollenschlauch zuleitet, ebenso geschützt, wie der lebendige Terminaltrieb durch die äusseren Blätter der Knospe. Der wichtigste Theil der Samenknospe ist der Keimsack, weil sich in ihm (mit Ausnahme der Rhizocarpeen) der Embryo entwickelt. Welchen Einfluss hier der Keimsack ausübt, wissen wir durchaus noch nicht.

§. 224.

In späteren Perioden wird die sich bildende Keimpflanze entschieden vom Keimsack aus ernährt, und auch später, in den ersten Stadien der Keimung, dienen die im Endosperm abgelagerten assimilirten Stoffe zur Ernährung der Keimpflanze; gleiche Function hat der Knospenkern als Perisperm und was seine Stelle vertritt. Die zur Samenschale umgebildeten Knospenhüllen schützen die zarte Keimpflanze; dasselbe thut während der Entwicklung die Fruchtschale, die später durch ihre Hygroscopicität oft die Ausstreuung des Samens vermittelt. Zuweilen mögen auch die saftigen Theile der Frucht noch dazu dienen, durch ihr Verfaulen der jungen Pflanze einen nahrhaften Boden für ihre erste Entwicklung zu bereiten.

